

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«ОСНОВЫ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ДОЗИМЕТРИИ»**

**Специальность 18.05.02 Химическая технология материалов  
современной энергетики**

**Квалификация «инженер»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2020 г.**

Программа составлена

к.х.н., доцентом кафедры химии высоких энергий и радиоэкологии РХТУ им.

Д.И. Менделеева О.М. Клименко

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии высоких энергий и радиоэкологии «21» апреля 2020, протокол № 9

## СОДЕРЖАНИЕ

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1.  | Цели и задачи дисциплины   | 4  |
| 2.  | Требования к результатам освоения дисциплины   | 4  |
| 3.  | Объем дисциплины и виды учебной работы   | 6  |
| 4.  | Содержание дисциплины  | 7  |
|     | 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий   | 7  |
|     | 4.2. Содержание разделов дисциплины  | 7  |
| 5.  | Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины  | 9  |
| 6.  | Практические и лабораторные занятия  | 11 |
|     | 6.1. Практические занятия. Примерные темы практических занятий по дисциплине   | 11 |
|     | 6.2. Лабораторные занятия  | 12 |
| 7.  | Самостоятельная работа   | 12 |
| 8.  | Примеры оценочных средств для контроля освоения дисциплины   | 13 |
|     | 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы   | 13 |
|     | 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины  | 13 |
|     | 8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен)  | 15 |
|     | 8.4. Структура и примеры билетов для экзамена  | 20 |
| 9.  | Учебно-методическое обеспечение дисциплины   | 21 |
|     | 9.1. Рекомендуемая литература  | 21 |
|     | 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации   | 21 |
|     | 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины  | 21 |
| 10. | Методические указания для обучающихся  | 22 |
|     | 10.1 Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                 | 22 |
|     | 10.2 Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                  | 24 |
| 11. | Методические указания для преподавателей   | 24 |
|     | 11.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий | 24 |
|     | 11.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий  | 25 |
| 12. | Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе  | 26 |
| 13. | Материально-техническое обеспечение дисциплины   | 36 |
|     | 13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:  | 36 |
|     | 13.2. Учебно-наглядные пособия   | 36 |
|     | 13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства  | 37 |
|     | 13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы  | 37 |
|     | 13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения  | 38 |
| 14. | Требования к оценке качества освоения программы  | 41 |
| 15. | Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья                                       | 43 |

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химии высоких энергий и радиоэкологии РХТУ им. Д.И.Менделеева. Программа рассчитана на изучение в течение двух семестров.

Дисциплина «Основы ядерной физики и дозиметрии» относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)» обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающийся должен знать основные физические явления и законы, изучаемые в курсе общей физики, а также уметь составлять и решать обыкновенные линейные дифференциальные уравнения первого порядка.

**Цель дисциплины** - сформировать у обучающихся общие представления о свойствах атомного ядра и ионизирующих излучений, дать основные сведения о законах, управляющих спонтанными радиоактивными превращениями, ядерными реакциями, а также процессами, происходящими при прохождении ионизирующего излучения ядер через вещество.

**Задачи дисциплины** – формирование целостной системы знаний об атомном ядре, ядерных превращениях и свойствах ионизирующих излучений; развитие способностей корректно оценивать активность радиоактивных веществ и облученных мишеней при заданных условиях, а также ожидаемую дозу облучения для персонала.

Дисциплина «Основы ядерной физики и дозиметрии» преподается в 5 и 6 семестрах.

Теоретический курс ядерной физики и дозиметрии читается в 5-м семестре и заканчивается экзаменом. Лабораторный практикум выполняется в 6-м семестре и заканчивается зачетом. Контроль успеваемости обучающихся ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Основы ядерной физики и дозиметрии» при подготовке инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики направлено на приобретение следующих компетенций:

### **Общекультурные:**

- способность представить современную картину мира на основе целостной системы естественнонаучных и математических знаний (ОК-1);
- способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-4);
- понимание роли охраны окружающей среды и рационального природопользования для развития и сохранения цивилизации (ОК-13).

### **Общепрофессиональные:**

- способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способность профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способен к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2).

### **Профессиональные:**

- способность принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4);
- способность проводить радиометрические и дозиметрические измерения и корректно обрабатывать экспериментальные данные (ПК-6);
- способность оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения (ПК-7);
- готовность использовать действующие нормативные документы в области радиационной и ядерной безопасности (ПК-8).

В результате освоения дисциплины «Основы ядерной физики и дозиметрии» обучающийся должен:

**знать:**

- порядки физических величин в ядерной физике и дозиметрии;
- основные принципы и законы ядерной физики и дозиметрии, основные физические атомно-ядерные явления, методы наблюдения и экспериментальные исследования;
- границы применимости физических моделей атома и атомного ядра.
- принципы и основные нормы радиационной безопасности;

**уметь:**

- истолковать смысл физических величин и понятий, формулировать основные положения ядерной физики; использовать математический аппарат;
- пользоваться единицами измерения физических величин, принятыми в ядерной физике и дозиметрии;
- использовать различные методики проведения физических измерений и обработки экспериментальных данных;
- формулировать выводы по результатам физических экспериментов;
- решать стандартные задачи и задачи повышенной трудности.

**владеть:**

- методами проведения радиометрических и дозиметрических измерений и навыками корректной обработки их результатов.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                             | Всего       |            | 5 семестр      |            | 6 семестр    |           |
|--|-------------|------------|----------------|------------|--------------|-----------|
|  | ЗЕ          | Акад. Ч.   | ЗЕ             | Акад. Ч.   | ЗЕ           | Акад. Ч.  |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>11</b>   | <b>396</b> | <b>6</b>       | 216        | <b>5</b>     | 180       |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>4,44</b> | <b>160</b> | <b>1,77</b>    | <b>64</b>  | <b>2,67</b>  | <b>96</b> |
| Лекции   | 0,44        | 16         | 0,44           | 16         |              |           |
| Практические занятия                           | 1,33        | 48         | 1,33           | 48         |              |           |
| Лабораторные работы                            | 2,67        | 96         |                |            | 2,67         | 96        |
| <b>Самостоятельная работа,:</b>                | <b>5,56</b> | <b>200</b> | <b>3,23</b>    | <b>116</b> | <b>2,33</b>  | <b>84</b> |
| Подготовка к лабораторным работам              |             | 83,8       |                | -          |              | 83,8      |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 5,56        | 116        | 3,23           | 116        | 2,33         |           |
| Контактная самостоятельная работа              |             | 0,2        |                |            |              | 0,2       |
| <b>Виды контроля:</b>                          |             |            |                |            |              |           |
| Зачет  |             |            |                |            |              | +         |
| <b>Экзамен</b>                                 | <b>1</b>    | <b>36</b>  | <b>1</b>       | <b>36</b>  |              |           |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 1           | 0,4        | 1              | 0,4        |              |           |
| Подготовка к экзамену                          |             | 35,6       |                | 35,6       |              |           |
| <b>Вид итогового контроля</b>                  |             |            | <b>Экзамен</b> |            | <b>Зачет</b> |           |

| Вид учебной работы                             | Всего       |            | 5 семестр      |           | 6 семестр    |           |
|--|-------------|------------|----------------|-----------|--------------|-----------|
|  | ЗЕ          | Астр. ч.   | ЗЕ             | Астр. ч.  | ЗЕ           | Астр. ч.  |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>11</b>   | <b>297</b> | <b>6</b>       | 162       | <b>5</b>     | 180       |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>4,44</b> | <b>120</b> | <b>1,77</b>    | <b>48</b> | <b>2,67</b>  | <b>72</b> |
| Лекции   | 0,44        | 12         | 0,44           | 12        |              |           |
| Практические занятия                           | 1,33        | 36         | 1,33           | 36        |              |           |
| Лабораторные работы                            | 2,67        | 72         |                |           | 2,67         | 72        |
| <b>Самостоятельная работа,:</b>                | <b>5,56</b> | <b>150</b> | <b>3,23</b>    | <b>87</b> | <b>2,33</b>  | <b>63</b> |
| Подготовка к лабораторным работам              |             | 62,85      |                | -         |              | 62,85     |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 5,56        | 87         | 3,23           | 87        | 2,33         |           |
| Контактная самостоятельная работа              |             | 0,15       |                |           |              | 0,15      |
| <b>Виды контроля:</b>                          |             |            |                |           |              |           |
| Зачет  |             |            |                |           |              | +         |
| <b>Экзамен</b>                                 | <b>1</b>    | <b>27</b>  | <b>1</b>       | <b>27</b> |              |           |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 1           | 0,3        | 1              | 0,3       |              |           |
| Подготовка к экзамену                          |             | 26,7       |                | 26,7      |              |           |
| <b>Вид итогового контроля</b>                  |             |            | <b>Экзамен</b> |           | <b>Зачет</b> |           |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п            | Раздел дисциплины                                  | Акад. часов |           |                      |                     |                        |
|------------------|--|-------------|-----------|----------------------|---------------------|------------------------|
|                  |  | Всего       | Лекции    | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа |
| <b>5 семестр</b> |  |             |           |                      |                     |                        |
|                  | <b>Введение</b>                                    | <b>2</b>    | <b>1</b>  |                      |                     | <b>1</b>               |
|                  | <b>Раздел 1. Ядерная физика</b>                    | <b>112</b>  | <b>11</b> | <b>32</b>            |                     | <b>69</b>              |
| 1.1              | Статические свойства атомного ядра                 | 22          | 1         | 4                    |                     | 17                     |
| 1.2              | Радиоактивный распад                               | 36          | 4         | 12                   |                     | 20                     |
| 1.3              | Ядерные реакции                                    | 28          | 4         | 8                    |                     | 16                     |
| 1.4              | Ядерный реактор. Ускорительная техника             | 26          | 2         | 8                    |                     | 16                     |
|                  | <b>Раздел 2. Основы дозиметрии</b>                 | <b>66</b>   | <b>4</b>  | <b>16</b>            |                     | <b>46</b>              |
| 2.1              | Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом | 26          | 2         | 8                    |                     | 16                     |
| 2.2              | Детекторы заряженных и нейтральных частиц          | 16          |           |                      |                     | 16                     |
| 2.3              | Дозиметрия и радиационная безопасность             | 24          | 2         | 8                    |                     | 14                     |
|                  | <b>Всего за 5 семестр</b>                          | <b>180</b>  | <b>16</b> | <b>48</b>            |                     | <b>116</b>             |
|                  | <b>Экзамен</b>                                     | <b>36</b>   |           |                      |                     |                        |
|                  | <b>Итого за 5 семестр</b>                          | <b>216</b>  |           |                      |                     |                        |
| <b>6 семестр</b> |  |             |           |                      |                     |                        |
|                  | <b>Раздел 3. Лабораторный практикум</b>            | <b>180</b>  |           |                      | <b>96</b>           | <b>84</b>              |
| 3.1              | Знакомство с радиометрической аппаратурой          | 28          |           |                      | 16                  | 12                     |
| 3.2              | Методы определения активности                      | 44          |           |                      | 24                  | 20                     |
| 3.3              | Методы идентификации радионуклидов                 | 62          |           |                      | 32                  | 30                     |
| 3.4              | Дозиметрические измерения и радиационный контроль  | 46          |           |                      | 24                  | 22                     |
|                  | Зачет  |             |           |                      |                     |                        |
|                  | <b>Всего за 6 семестр</b>                          | <b>180</b>  |           |                      | <b>96</b>           | <b>84</b>              |
|                  | <b>Всего часов</b>                                 | <b>360</b>  | <b>16</b> | <b>48</b>            | <b>96</b>           | <b>200</b>             |
|                  | <b>Экзамен</b>                                     | <b>36</b>   |           |                      |                     |                        |
|                  | <b>ИТОГО</b>                                       | <b>396</b>  |           |                      |                     |                        |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

**Введение.** Предмет ядерной физики. Краткие исторические сведения. Задачи и место курса в подготовке инженеров в области химической технологии материалов современной энергетики.

### Раздел 1. Ядерная физика

#### 1.1. Статические свойства атомного ядра

История открытия атомного ядра. Заряд ядра и атомный номер. Масса ядра и массовое число. Изотопы. Открытие нейтрона. Протонно-нейтронная теория. Размеры ядра. Расстояние и энергия в ядерной физике. Энергия связи ядра. Ядерные силы. Протонно-нейтронная диаграмма. Капельная модель ядра. Формула Вайцзеккера. Уровни энергии нуклона в центральном поле. Спин-орбитальное взаимодействие. Одночастичная модель оболочек (ОМО). Энергия симметрии в ОМО. Спин и четность основных состояний ядер в ОМО. Эффект спаривания. Магнитные моменты ядер. Электрический квадрупольный момент. Равновесные формы и возбужденные состояния ядер. Внутренняя структура нуклонов, кварки. Элементарные и фундаментальные частицы. Лептоны. Четыре вида силовых взаимодействий и стандартная модель.

#### 1.2 Радиоактивный распад

Сущность явления радиоактивности. Основной закон радиоактивного распада. Активность. Статистический характер радиоактивного распада. Сложный распад. Последовательные и параллельные радиоактивные превращения. Радиоактивные семейства. Радионуклиды в природе. Ядерная геохронология. Прохождение альфа-частиц через потенциальный барьер и скорость альфа-распада. Правило Гейгера-Неттола. Три вида бета-распада. Слабое взаимодействие и теория Ферми. Спектр бета-частиц. Правило Сарджента. Разрешенные и запрещенные бета-переходы. Гамма-излучение ядер. Классификация фотонов. Каскадное испускание гамма-квантов. Ядерная изомерия. Внутренняя конверсия гамма-квантов. Эффект Мёссбауэра. Спонтанное деление ядер. Механизм деления. Спонтанно делящиеся изомеры. Свойства осколков деления. Атомно-молекулярные последствия радиоактивного распада.

#### 1.3. Ядерные реакции

Определение и классификация ядерных реакций. Законы сохранения при ядерных реакциях. Сечение и выход ядерной реакции. Искусственная радиоактивность. Получение радионуклидов в ядерных реакциях. Уравнение активации тонкой мишени. Механизмы ядерных реакций: составное ядро и прямые процессы. Функции возбуждения. Классификация нейтронов. Основные виды ядерных реакций на нейтронах. Сечение образования составного ядра в нерезонансной области Резонансные максимумы. Сечение в резонансной области и формулы Брейта–Вигнера. Ядерные реакции на протонах и альфа-частицах. Реакции дейтронов как пример прямых процессов. Реакции под действием тяжелых ионов. Термоядерные реакции. Проблема управляемого термоядерного синтеза. Перспективы использования термоядерной энергии. Источники энергии звезд и нуклеосинтез во Вселенной. Космические лучи. Фотоядерные реакции. Горячие атомы. Эффект Сцилларда–Чалмерса.

#### 1.4. Ядерный реактор. Ускорительная техника

Деление под действием нейтронов: история открытия. Энергия активации. Распределение энергии деления. Цепная реакция деления ядер. Замедление нейтронов. Гетерогенный ядерный реактор на тепловых нейтронах. Управление цепной реакцией. Роль запаздывающих нейтронов Накопление продуктов деления. Облученное ядерное топливо. Основные типы реакторов. Перспективы развития ядерной энергетики. Ускорители заряженных частиц и общие принципы их работы. Электростатический генератор. Линейный ускоритель. Циклотрон Другие типы ускорителей. Ускорители электронов как источники фотонов высоких энергий. Источники нейтронов.



## **Раздел 2. Основы дозиметрии**

### **2.1. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом**

Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом. Ионизация и возбуждение атомов и молекул. Классическая теория ионизационного торможения. Релятивистские эффекты при торможении. Формула Бете–Блоха и ее анализ. Композиционный закон Брэгга. Упругое рассеяние на ядрах. Пробег тяжелой заряженной частицы. Связь пробега с энергией. Эффекты перезарядки. Потери энергии осколками деления. Особенности взаимодействия быстрых электронов и позитронов с веществом. Ионизационное и радиационное торможение: сопоставление потерь энергии. Аннигиляция позитронов. Пробег монохроматических электронов и бета-частиц. Черенковское излучение. Взаимодействие гамма-квантов с веществом. Фотоэффект. Эффект Комптона. Образование электрон-позитронных пар. Коэффициент ослабления. Экспоненциальный закон поглощения гамма-квантов.

### **2.2. Детекторы заряженных и нейтральных частиц**

Радиометрия и спектрометрия ядерного излучения. Основные характеристики детекторов ионизирующего излучения. Газовые ионизационные детекторы. Полупроводниковые детекторы. Сцинтилляционные детекторы. Черенковские счетчики. Трековые детекторы. Детекторы нейтронов. Процесс регистрации частиц счетной установкой. Измерения активности. Метод совпадений. Общие характеристики спектрометров ядерного излучения. Альфа-, бета- и гамма-спектрометрия.

### **2.3. Дозиметрия и радиационная безопасность**

Основные дозиметрические величины. Поглощенная доза. Керма. Электронное равновесие. Экспозиционная доза. Мощность дозы. Линейная передача энергии. Флюэнс и плотность потока. Поглощенная доза заряженных частиц. Керма фотонного излучения. Керма и доза нейтронного излучения. Применение детекторов ионизирующего излучения при решении задач дозиметрии. Биологические эффекты при облучении. Эквивалентная доза. Эффективная эквивалентная доза. Принципы радиационной безопасности. Комплекс мероприятий по защите человека от вредного воздействия ионизирующих излучений. Категории лиц, подвергающихся облучению. Внешнее и внутреннее облучение. Допустимые и контрольные уровни облучения. Внешняя дозиметрия. Нормы радиационной безопасности.

## **Раздел 3. Лабораторный практикум**

### **3.1. Знакомство с радиометрической аппаратурой**

Проверка правильности работы радиометрической аппаратуры по критерию Пирсона. Определение разрешающего времени радиометра.

### **3.2. Методы определения активности**

Относительное определение бета-активности полупроводниковыми детекторами. Абсолютное определение бета-активности детектором с фиксированным телесным углом. Абсолютное определение активности методом бета-гамма-совпадений.

### **3.3. Методы идентификации радионуклидов**

Определение энергии альфа-частиц по длине их пробега в воздухе. Идентификация радионуклидов по верхней границе бета-спектра. Определение энергии гамма-квантов методом ослабления. Альфа-спектрометрия. Гамма-спектрометрия.

### **3.4. Дозиметрические измерения и радиационный контроль**

Измерение радиационного фона. Природная и техногенная радиоактивность. Измерение уровней загрязненности поверхностей радионуклидами.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:   | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 |
|--|--|----------|----------|----------|
|  | <b>Знать:</b>  |          |          |          |
| 1  | порядки физических величин в ядерной физике и дозиметрии   | +        |          |          |
| 2  | основные принципы и законы ядерной физики и дозиметрии, основные физические атомно-ядерные явления                                   | +        | +        |          |
| 3  | методы наблюдения и экспериментальные исследования;  |          | +        | +        |
| 4  | границы применимости физических моделей атома и атомного ядра  | +        | +        |          |
| 5  | принципы и основные нормы радиационной безопасности;   |          | +        | +        |
|  | <b>Уметь:</b>  |          |          |          |
| 6  | истолковать смысл физических величин и понятий, формулировать основные положения ядерной физики; использовать математический аппарат | +        |          |          |
| 7  | пользоваться единицами измерения физических величин, принятыми в ядерной физике и дозиметрии   | +        | +        | +        |
| 8  | использовать различные методики проведения физических измерений и обработки экспериментальных данных                                 |          | +        | +        |
| 9  | формулировать выводы по результатам физических экспериментов   | +        | +        | +        |
| 10   | решать стандартные задачи и задачи повышенной трудности  |          | +        | +        |
|  | <b>Владеть:</b>  |          |          |          |
| 11   | методами проведения радиометрических и дозиметрических измерений и навыками корректной обработки их результатов;                     |          |          | +        |
| <b>В результате освоения дисциплины обучающийся должен приобрести следующие компетенции:</b> |  |          |          |          |
|  | <b>Общекультурные компетенции:</b>   |          |          |          |
| 12   | способность представить современную картину мира на основе целостной системы естественнонаучных и математических знаний (ОК-1);      | +        | +        |          |
| 13   | способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-4);                        | +        | +        | +        |
| 14   | понимание роли охраны окружающей среды и рационального природопользования для развития и сохранения цивилизации (ОК-13).             | +        |          | +        |
|  | <b>Общепрофессиональные компетенции:</b>   |          |          |          |
| 15   | способность использовать математические,   | +        | +        | +        |

|    |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|
|    | естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);   |   |   |   |
| 16 | способность профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способен к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2); |   |   | + |
|    | <b>Профессиональные компетенции:</b>  |   |   |   |
| 17 | способность принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4);   | + |   | + |
| 18 | способность проводить радиометрические и дозиметрические измерения и корректно обрабатывать экспериментальные данные (ПК-6);  |   |   | + |
| 19 | способность оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения (ПК-7);  |   | + | + |
| 20 | готовность использовать действующие нормативные документы в области радиационной и ядерной безопасности (ПК-8).   |   | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия. Примерные темы практических занятий по дисциплине

Предусмотрены практические занятия обучающегося в специалитете в объеме 48 акад. ч. (24 занятия по 2 акад. ч в 5 семестре)

| № п/п | № раздела | Темы практических занятий   | Часы |
|-------|-----------|---|------|
| 1     | 1.1       | Капельная модель ядра. Энергия связи ядра и формула Вайцзеккера.                    | 2    |
| 2     | 1.1       | Одночастичная модель нуклонных оболочек.  | 2    |
| 3     | 1.2       | Основной закон радиоактивного распада. Активность.                                  | 2    |
| 4     | 1.2       | Статистический характер радиоактивного распада.                                     | 2    |
| 5     | 1.2       | Последовательные и параллельные радиоактивные превращения. Радиоактивные семейства. | 2    |
| 6     | 1.2.      | Туннельные процессы: альфа-распад и спонтанное деление.                             | 2    |
| 7     | 1.2.      | Бета-распад: правило Сарджента, разрешенные и запрещенные бета-переходы.            | 2    |
| 8     | 1.2.      | Изомерный переход. Расчет энергии ядер отдачи при различных типах распада.          | 2    |
| 9     | 1.3       | Законы сохранения при ядерных реакциях.   | 2    |
| 10    | 1.3       | Энергия ядерной реакции. Экзо- и эндотермические реакции.                           | 2    |
| 11    | 1.3       | Сечение и выход ядерной реакции.  | 2    |
| 12    | 1.3.      | Получение радионуклидов в ядерных реакциях. Уравнение активации тонкой мишени.      | 2    |
| 13    | 1.4       | Цепная реакция деления ядер.  | 2    |
| 14    | 1.4       | Накопление радиоактивных продуктов деления в облученном ядерном топливе.            | 2    |
| 15    | 1.4       | Получение радионуклидов реакторным способом.  | 2    |
| 16    | 1.4       | Получение радионуклидов на ускорителях.   | 2    |
| 17    | 2.1       | Классическая теория ионизационного торможения.                                      | 2    |

|    |     |  |   |
|----|-----|--|---|
| 18 | 2.1 | Формула Бете–Блоха. Пробег тяжелой заряженной частицы в веществе.        | 2 |
| 19 | 2.1 | Ионизационное и радиационное торможение быстрых электронов и позитронов. | 2 |
| 20 | 2.1 | Взаимодействие гамма-квантов с веществом.                                | 2 |
| 21 | 2.3 | Поглощенная доза и керма заряженных частиц.                              | 2 |
| 22 | 2.3 | Экспозиционная доза и керма фотонного излучения.                         | 2 |
| 23 | 2.3 | Дозиметрия нейтронов. Линейная передача энергии.                         | 2 |
| 24 | 2.3 | Эквивалентная и эффективная эквивалентная дозы.                          | 2 |

## 6.2. Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Основы ядерной физики и дозиметрии» выполняется в соответствии с рабочим планом в 6 семестре и занимает 96 акад. ч. Лабораторные работы охватывают 1-3 разделы дисциплины. В практикум входят 12 работ, примерно по 8 ч на каждую работу. Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изученного обучающимися в 5 семестре в 1 и 2 разделах дисциплины «Основы ядерной физики и дозиметрии», а также дает знания о методах и аппаратурном оформлении определения активности. Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 100 баллов.

| № п/п | № раздела | Наименование лабораторных работ   | Часы | Оценка, баллы |
|-------|-----------|---|------|---------------|
| 1     | 3.1       | Относительное определение активности неизвестного препарата полупроводниковым детектором            | 8    | 5             |
| 2     | 3.2       | Определение верхней границы бета-спектров радионуклидов методом поглощения                          | 8    | 10            |
| 3     | 3.2       | Определение состава препарата калия и эффективности счета бета-частиц                               | 8    | 5             |
| 4     | 3.2       | Определение состава препарата калия и эффективности регистрации гамма-излучения                     | 8    | 10            |
| 5     | 3.3       | Гамма-спектрометрия, энергетическая калибровка детектора.   | 8    | 5             |
| 6     | 3.3       | Гамма-спектрометрия, идентификация неизвестного радионуклида, определение его активности и возраста | 8    | 10            |
| 7     | 3.3       | Определение энергии гамма-квантов методом поглощения  | 8    | 10            |
| 8     | 3.3       | Определение энергии альфа-частиц по длине их пробега в воздухе                                      | 8    | 10            |
| 9     | 3.3       | Альфа-спектрометрия. Определение состава смешанного препарата                                       | 8    | 10            |
| 10    | 3.3       | Альфа-спектрометрия. Определение возраста альфа-источника   | 8    | 10            |
| 11    | 3.4       | Дозиметрия  | 8    | 10            |
| 12    | 3.4       | Определение содержания калия в продуктах питания  | 8    | 5             |

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Основы ядерной физики и дозиметрии» предусмотрена самостоятельная работа студента специалитета в объеме 116 ч в 5 семестре и 84 ч в 6 семестре. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и онлайн семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу дисциплины;
- выполнение самостоятельной расчетно-графической работы (5 семестр);
- подготовку к сдаче экзамена (5 семестр) и лабораторного практикума (6 семестр).

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимися лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

### 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

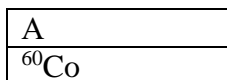
Для текущего контроля успеваемости освоения дисциплины в 5 семестре предусмотрены 3 контрольные домашние работы, которые выполняются после окончания изучения каждого из разделов дисциплины. В задание контрольной работы входят 3-4 задачи. Максимальная оценка за каждую задачу составляет 4–7 баллов, в зависимости от сложности. Максимальная оценка за контрольную работу составляет 20 баллов.

Текущий контроль успеваемости в 6 семестре осуществляется по результатам выполнения и защиты лабораторных работ. Максимальная оценка за выполнение всех работ лабораторного практикума по дисциплине составляет 100 баллов.

#### Примеры заданий к контрольным работам

**Пример задания к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов: задача 1 – 6 баллов; задача 2 – 4 балла; задача 3 – 4 балла, задача 4 – 6 баллов.**

Задача 1. Используя формулу Вайцзеккера, найдите абсолютную энергию связи ядра А (МэВ). Определите, будет ли ядро А наиболее устойчивым в ряду изобаров. Какой из изобаров А' будет наиболее устойчивым? Сколько энергии (МэВ) выделится при превращении ядра А в ядро А'?



Задача 2. Используя экспериментальные значения спина и чётности  $j^P$  ядра В в основном состоянии, в рамках ОМО с феноменологическим спариванием, изобразите схему заполнения нуклонных уровней. Совпадает ли последовательность заполнения с предсказаниями ОМО, использующей потенциал сферического гармонического

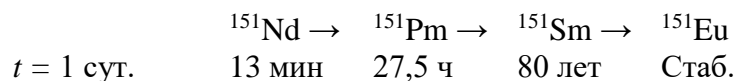
осциллятора? Каковы окажутся спин и чётность нового ядра после «превращения» одного из протонов ядра В в нейтрон? После «превращения» одного из нейтронов ядра В в протон?

|                  |       |
|------------------|-------|
| В                | $j^P$ |
| $^{47}\text{Sc}$ | 7/2-  |

**Задача 3.** Рассчитайте удельную активность  $A_m$  (Ки/кг) соединения, содержащего радионуклид (РН) в количестве  $x$  атомных долей в смеси изотопов данного элемента. Какова будет удельная активность спустя время  $\tau$ ? Через какое время  $t$  активность РН уменьшится в  $z$  раз?

|                  |                         |            |        |     |
|------------------|-------------------------|------------|--------|-----|
| Соединение       | РН ( $T_{1/2}$ )        | $x$        | $\tau$ | $z$ |
| H <sub>2</sub> O | $^{15}\text{O}$ (122 с) | $10^{-10}$ | 1 мин  | 10  |

**Задача 4.** Используя диаграмму радиоактивных превращений, найти активность (Бк) первого, второго и третьего радионуклидов цепочки в образце, содержавшем первоначально только первый радионуклид в количестве 1 Ки, по истечении заданного времени  $t$ . Периоды полураспада указаны на диаграмме.



**Пример задания к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 20 баллов: задача 5 – 6 баллов; задача 6 – 7 баллов; задача 7 – 7 баллов.**

**Задача 5.** Пользуясь оболочечной моделью ядра, определите для основных состояний ядер спин и четность материнского изобара; спин и четность дочернего изобара. Разрешенным или запрещенным по спину и четности будет  $\beta$ -распад материнского изобара? Для запрещенного  $\beta$ -распада определите порядок запрета. Используя приведенное значение энергии  $\beta$ -распада  $E_\beta$  и правило Сарджента, предскажите период полураспада материнского изобара (с учетом порядка запрета). Укажите диапазон значений, выразив время в подходящих единицах.

|                  |                  |                 |
|------------------|------------------|-----------------|
| Материнский      | Дочерний         | $E_\beta$ , МэВ |
| $^{25}\text{Na}$ | $^{27}\text{Mg}$ | 3,834           |

**Задача 6.** Используя приведенные значения сечений реакции и периода полураспада радионуклида В, определите: а) время  $\tau_{\max}$  облучения мишени, содержащей 1 г нуклида А, в потоке тепловых нейтронов  $5 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ , необходимое для достижения максимальной активности продукта; б) активность продукта В к этому моменту времени (Бк). Найдите, какие значения примут при снижении плотности нейтронного потока в  $10^3$  раз время  $\tau_{\max}$  и максимальная активность продукта В.

|                  |                            |                  |                       |           |
|------------------|----------------------------|------------------|-----------------------|-----------|
| А                | $\sigma_{(n, \gamma)}$ , б | В                | $\sigma_{(n, X)}$ , б | $T_{1/2}$ |
| $^{23}\text{Na}$ | 0,53                       | $^{24}\text{Na}$ | 0,04                  | 15 ч      |

**Задача 7.** Рассчитайте активность (Ки) каждого из трех радионуклидов цепочки (см. задачу 4), образующейся в реакторе указанного типа за 180 суток его непрерывной работы, а также через время  $T$  после выдержки отработанного топлива. Выход у родоначальника цепочки при делении  $^{235}\text{U}$  тепловыми нейтронами, тип реактора и время выдержки топлива даны в таблице.

|         |         |     |
|---------|---------|-----|
| $y$ , % | Реактор | $T$ |
|---------|---------|-----|

|      |          |       |
|------|----------|-------|
| 0,45 | ВВЭР-440 | 1 год |
|------|----------|-------|

**Пример задания к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 20 баллов: задача 8 – 6 баллов; задача 9 – 7 баллов; задача 10 – 7 баллов.**

Задача 8. Какую долю энергии потеряет в веществе X тяжелая заряженная частица Y с начальной кинетической энергией  $T$  к моменту, когда ее удельные ионизационные потери достигнут максимума? Какова будет к этому моменту абсолютная величина ионизационных потерь ( $\text{эВ}/\text{А}$ )?

|            |     |           |
|------------|-----|-----------|
| X          | Y   | $T$ , МэВ |
| C (графит) | $p$ | 10        |

Задача 9. Используя приведенные в таблице данные об излучении радионуклидов, рассчитайте: а) толщину слоя алюминия (мм), полностью поглощающего все  $\beta$ -частицы данного радионуклида; б) среднюю величину потерь энергии на единице длины пути в Al для  $\beta$ -частиц с максимальной по спектру начальной энергией ( $\text{эВ}/\text{А}$ ); в) величину ионизационных потерь энергии таких  $\beta$ -частиц в Al ( $\text{эВ}/\text{А}$ ); г) величину радиационных потерь энергии таких  $\beta$ -частиц в Al ( $\text{эВ}/\text{А}$ ). Указание: при расчете ионизационных потерь позитронов используйте формулу для ультрарелятивистского случая.

| РН               | $T_{1/2}$ | Распад    | $E_{\beta}$ , МэВ | $y_{\beta}$ , % | $E_{\gamma}$ , МэВ | $y_{\gamma}$ , % |
|------------------|-----------|-----------|-------------------|-----------------|--------------------|------------------|
| $^{38}\text{Cl}$ | 37,2 мин  | $\beta$ - | 4,91              | 100             | 1,60<br>2,17       | 38<br>47         |

Задача 10. Используя данные таблицы (см. задачу 9) об излучении радионуклидов, рассчитайте: а) начальную скорость адиабатического разогрева (К/с) водного раствора данного радионуклида с удельной активностью 1ГБк/кг; б) дозу (Гр), поглощенную таким раствором за 1 сутки; в) керма-постоянную данного радионуклида ( $\text{аГр}\cdot\text{м}^2/(\text{с}\cdot\text{Бк})$ ); г) мощность эквивалентной дозы, создаваемой точечным источником данного радионуклида с активностью 100 мКи на расстоянии 1 м. Поглощение энергии  $\beta$ -частиц раствором принять 100%-ным. Поглощением  $\gamma$ -квантов раствором пренебречь. Аннигиляцию позитронов внутри точечного источника считать 100%-ной. Вкладом тормозного излучения в керма-постоянную пренебречь.

### 8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (5-й семестр – экзамен)

**Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 3 вопроса: 2 теоретических вопроса, оцениваемых по 13 баллов, и задачу – 14 баллов.**

#### *Примеры теоретических вопросов*

1. Фундаментальные открытия конца XIX в. в области строения материи. История открытия атомного ядра и нуклонов. Протонно-нейтронная теория. Атомный номер и массовое число. Изотопы, изотопы и изобары.
2. Методы определения массы и заряда ядра (масс-спектрометрия, закон Мозли). Радиус ядра и ядерное время. Распределение заряда в ядре. Четность, спин и магнитный момент ядра. Равновесные формы ядер и электрический квадрупольный момент.
3. Релятивистская механика: основные постулаты. Соотношения между скоростью, импульсом и энергией частицы. Классический и ультрарелятивистский пределы. Эквивалентность массы и энергии. Величина энергетического эквивалента атомной единицы массы.

4. Ядро как система связанных нуклонов. Свойства ядерных сил. Энергия связи ядра и дефект массы. Зависимость удельной энергии связи ядра от массового числа. Принципы получения ядерной энергии. Протонно-нейтронная диаграмма и область существования ядер.
5. Капельная модель ядра. Формула Вайцзеккера для энергии связи. Физический смысл ее слагаемых. Условие устойчивости изобара в рамках капельной модели. Линия стабильности на протонно-нейтронной диаграмме. Отклонения от капельной модели. Магические ядра.
6. Основные положения оболочечной модели ядра. Самосогласованный потенциал. Спин-орбитальное взаимодействие. Квантовые числа нуклона, занимающего определенный уровень. Четность и кратность вырождения уровня. Последовательность заполнения подоболочек и магические числа.
7. Оболочечная модель и энергия симметрии. Спин и четность основных состояний ядер в одночастичной модели оболочек с феноменологическим спариванием. Магнитные ядра. Явление ядерного магнитного резонанса.
8. Ограниченность одночастичной модели оболочек. Несферические ядра и электрический квадрупольный момент. Возбужденные состояния ядер. Аналогия со спектрами возбуждения молекул: вращательные, колебательные и однонуклонные степени свободы. Поляризационные колебания.
9. Радиоактивность. История открытия. Основной закон радиоактивного распада: дифференциальная и интегральная формы. Физический смысл постоянной распада. Период полураспада. Активность и единицы ее измерения.
10. Методы определения периода полураспада. Статистический характер радиоактивного распада. Распределения, описывающие вероятность распада определенного количества ядер за промежуток времени (биномиальное, Пуассона, Гаусса). Среднее число распадов и среднеквадратичное отклонение. Относительная ошибка измерения числа распадов.
11. Параллельные и последовательные радиоактивные превращения. Активность дочернего радионуклида, образующегося при распаде материнского. Случаи: а) короткоживущий материнский и долгоживущий дочерний и б) долгоживущий материнский и короткоживущий дочерний. Вековое и подвижное радиоактивное равновесие. Время установления равновесия с заданной точностью.
12. Радиоактивные семейства. Родоначальники семейств и стабильные продукты. Правила сдвига и число альфа- и бета-распадов в семействе. Природные радионуклиды, не входящие в семейства. Принцип и основные методы ядерной геохронологии (уран-свинцовый, изотопно-свинцовый, калий-аргоновый).
13. Космические лучи: источники, состав и плотность потока первичного излучения. Преобразование первичных космических лучей в атмосфере Земли. Космогенные радионуклиды. Радиоуглеродный метод датирования объектов органического происхождения.
14. Альфа-распад. Примеры. Области альфа-радиоактивных ядер на протонно-нейтронной диаграмме. Энергия распада; ее распределение между альфа-частицей и ядром отдачи. Кулоновский потенциальный барьер и туннельный эффект. Прозрачность барьера. Закон Гейгера-Неттола и его квантовомеханическое объяснение. Тонкая структура альфа-спектров (короткопробежные и длиннопробежные альфа-частицы).
15. Бета-распад и его разновидности. Примеры. Области «бета+» и «бета-» распада на протонно-нейтронной диаграмме. Число стабильных изобаров в случае четного и нечетного массового числа. Двойной бета-распад. Слабое взаимодействие и теория Ферми.
16. Выполнение законов сохранения при бета-распаде. Гипотеза Паули и свойства нейтрино. Спектры бета-частиц и правило Сарджента. Разрешенные и запрещенные бета-переходы. Экспериментальные признаки позитронного бета-распада и электронного захвата.



17. Гамма-излучение ядер. Примеры. Переходы электрического и магнитного типа. Мультипольность перехода. Роль центробежного барьера при испускании бета-частиц и гамма-квантов. Сложный бета-распад и каскадное гамма-излучение.
18. Ядерная изомерия: история открытия и сущность явления. Острова изомерии. Внутренняя конверсия гамма-квантов (простая и парная) и испускание запаздывающих частиц. Ядра отдачи при испускании гамма-квантов. Эффект Мёссбауэра и его значение.
19. Деление ядер. Параметр деления и условие устойчивости ядра к спонтанному делению. Туннельный механизм деления. Условие устойчивости сферического ядра к малым деформациям. Ожидаемая граница периодической системы. Спонтанно делящиеся изомеры. Продукты деления. Свойства осколков.
20. Определение и классификация ядерных реакций. Примеры. Экзо- и эндотермические реакции. Пороговая энергия эндотермической реакции. Сечение и выход ядерной реакции, связь между ними. Функция возбуждения.
21. Механизмы ядерных реакций. Реакции, идущие через составное ядро. Энергия возбуждения и среднее время жизни составного ядра. Прямые реакции и их характерный признак. Реакции срыва и подхвата как пример прямых реакций. Их значение в ядерно-физических исследованиях.
22. Основные ядерные реакции на нейтронах. Примеры. Классификация нейтронов по энергиям. Функция возбуждения в нерезонансной области. Закон  $1/v$ . Причина возникновения резонансных максимумов. Формулы Брейта-Вигнера. Форма отдельного резонансного максимума.
23. Деление ядер под действием нейтронов. История открытия. Барьер деления, энергия активации, энергия деления и ее распределение между продуктами. Делящиеся нуклиды. Цепная реакция и условия ее осуществления.
24. Необходимость замедления нейтронов. Требования к замедлителям. Зависимость среднелогарифмической потери энергии нейтрона от массового числа замедлителя. Среднее число соударений. Коэффициент замедления. Основные замедлители, используемые в ядерных реакторах.
25. Гетерогенные ядерные реакторы на тепловых нейтронах. Составляющие активной зоны. Коэффициент размножения нейтронов. Критическая масса и критические размеры. Формула четырех сомножителей.
26. Основные принципы управления ядерным реактором. Период реактора. Роль запаздывающих нейтронов. Реактивность и запас реактивности. Накопление продуктов деления. Зашлаковывание и отравление активной зоны. Йодная яма.
27. Классификация реакторов по их назначению. Ядерные реакции, лежащие в основе воспроизводства ядерного топлива. Реакторы на быстрых нейтронах: активная зона, зона воспроизводства, теплоноситель, отражатель нейтронов. Перспективы развития ядерной энергетики.
28. Основные ускорители тяжелых заряженных частиц: электростатический генератор, линейный ускоритель, циклотрон. Устройство и принципы их работы. Другие ускорители тяжелых частиц.
29. Ускорители электронов. Микротрон, бетатрон и синхротрон. Преобразование энергии электронов в энергию тормозного излучения (радиационные потери энергии). Спектр тормозных фотонов. Источники нейтронов, их сравнительные характеристики.
30. Основные ядерные реакции на заряженных частицах. Примеры. Характерные функции возбуждения для экзо- и эндотермических реакций. Конкурирующие процессы распада составного ядра. Реакции под действием тяжелых ионов.
31. История открытия искусственной радиоактивности. Уравнение активации тонкой мишени. Оптимальное время облучения. Получение радионуклидов в ядерных реакциях на нейтронах и заряженных частицах. Примеры.

32. Атомно-молекулярные последствия радиоактивного распада. Энергия ядер отдачи. Горячие атомы. Эффект Сцилларда-Чалмерса и его значение. Удержание продукта реакции. Причины первичного и вторичного удержания.
33. Термоядерные реакции. Проблемы и перспективы управляемого термоядерного синтеза. Критерий Лоусона. D-D- и D-T-синтез. Устройства для получения термоядерной энергии с удержанием плазмы в магнитном поле. Сравнение способов получения ядерной энергии путем деления и путем синтеза.
34. Источники энергии звезд. Водородный и углеродный циклы образования гелия. «Горение» гелия и дальнейший нуклеосинтез. Фотоядерные реакции. Типичные функции возбуждения. Гигантский дипольный резонанс.
35. Четыре вида взаимодействий в микромире. Интенсивность и радиус взаимодействия. Взаимодействие как обмен виртуальными частицами. Переносчики электромагнитного, сильного и слабого взаимодействий. Частицы и античастицы. Физический вакуум. Рождение и аннигиляция частиц и античастиц.
36. Кварковое строение адронов. Барионы и мезоны. Глюоны и цветной заряд. Невозможность наблюдения свободных кварков. Лептоны. Законы сохранения барионного и лептонного зарядов.
37. Ионизационное торможение тяжелых заряженных частиц. Структура треков, первичная и вторичная ионизация. Многократная перезарядка. Кривые Брэгга для протонов, альфа-частиц и осколков деления. Пробег и кривая ослабления узкого пучка тяжелых заряженных частиц.
38. Классическая теория ионизационного торможения. Формула для ионизационных потерь и ее анализ. Зависимость тормозной способности и пробега от характеристик частицы и вещества. Композиционный закон Брэгга. Релятивистские эффекты и формула Бете-Блоха.
39. Особенности прохождения быстрых электронов через вещество. Соотношение между ионизационными и радиационными потерями. Критическая энергия электрона. Кривые ослабления пучка монохроматических электронов и бета-частиц. Экстраполированный пробег. Коэффициент поглощения бета-частиц.
40. Особенности взаимодействия позитронов с веществом. Позитроний. Двух- и трехфотонная аннигиляция. Тормозное излучение заряженных частиц. Черенковское излучение.
41. Основные процессы взаимодействия жестких фотонов с веществом (фотоэффект, комптоновское рассеяние, образование пар), их особенности. Зависимость сечения каждого из трех процессов от энергии фотона и атомного номера вещества.
42. Закон ослабления узкого пучка моноэнергетических фотонов. Фактор накопления. Линейный (массовый) коэффициент ослабления и его составляющие. Сечение взаимодействия жестких фотонов с веществом в широком диапазоне энергий в случае: а) элемента с малым атомным номером; б) элемента с большим атомным номером.
43. Счетчики и трековые детекторы заряженных частиц. Основные характеристики детекторов. Газовые ионизационные детекторы: разновидности, устройство и принципы работы. Преимущества и недостатки газовых детекторов.
44. Полупроводниковые детекторы и их применение. Общие характеристики спектрометров ядерного излучения. Альфа-, бета- и гамма-спектрометрия.
45. Сцинтилляционные детекторы. Требования, предъявляемые к сцинтилляторам. Преобразование световой вспышки в электрический импульс. Черенковские счетчики.
46. Процесс регистрации частиц счетной установкой. Методы измерения активности радионуклидных источников (абсолютный, относительный, метод совпадений).
47. Детекторы нейтронов: борные счетчики, борные камеры и камеры деления. Регистрация нейтронов по протонам отдачи. Нейтронно-активационные детекторы.

48. Непосредственно и косвенно ионизирующие излучения. Поглощенная доза и керма, их единицы. Принцип электронного равновесия. Линейная передача энергии и флюэнс. Расчет поглощенной дозы при облучении заряженными частицами.
49. Керма и доза нейтронного излучения. Экспозиционная доза фотонного излучения, ее единицы и связь с кермой. Керма-постоянная радионуклида. Расчет мощности воздушной кермы для точечного источника гамма-квантов.
50. Биологические эффекты ионизирующих излучений. Относительная биологическая эффективность, ее зависимость от линейной передачи энергии. Коэффициенты качества излучений, эквивалентная доза и ее единицы. Принципы радиационной безопасности.

#### Примеры задач для итогового контроля освоения дисциплины (5-й семестр)

1. Массы атомов соседних изобаров  ${}^7\text{Li}$  и  ${}^7\text{Be}$  равны 7,0160040 и 7,0169292 а.е.м. соответственно. Определить направление и вид бета-распада и выделяющуюся при этом энергию.
  2. Определить энергии нейтрино и ядра отдачи, образующихся при электроном захвате в атоме  ${}^{55}\text{Fe}$ , масса которого 54,938302 а.е.м. Масса дочернего атома  ${}^{55}\text{Mn}$  равна 54,938054 а.е.м.
  3. Вычислить постоянную распада, среднее время жизни и период полураспада радионуклида, активность которого уменьшается в 1,25 раза за 100 дней.
  4. В урановой руде отношение числа атомов  ${}^{238}\text{U}$  к числу атомов  ${}^{206}\text{Pb}$  равно 2,785. Оценить возраст руды, предполагая, что весь  ${}^{206}\text{Pb}$  имеет радиоактивное происхождение. Период полураспада  ${}^{238}\text{U}$  равен  $4,5 \cdot 10^9$  лет.
  5. За какое время активность образца воды, содержащего 0,3 г трития ( ${}^3\text{H}$ ,  $T_{1/2} = 12,3$  года), уменьшится в 1000 раз? Сколько литров  ${}^3\text{He}$  (н.у.) при этом образуется?
  6. Период полураспада  ${}^{226}\text{Ra}$  равен 1620 лет, а  ${}^{222}\text{Rn} - 3,8$  дня. Определить, через какое время накопится 50; 75; и 87,5% равновесного количества радона из радия.
  7. В радиоактивном препарате происходят следующие превращения:  
 ${}^{118}\text{Cd}$  (30 мин.)  $\rightarrow$   ${}^{118}\text{In}$  (4,5 мин.)  $\rightarrow$   ${}^{118}\text{Sn}$  (стабилен).
- Считая, что в начальный момент времени препарат содержал только  ${}^{118}\text{Cd}$ , найти, во сколько раз уменьшится активность препарата через 1 ч.
8. В радиоактивном препарате происходят следующие превращения:  
 ${}^{144}\text{Ce}$  (285 сут.)  $\rightarrow$   ${}^{144}\text{Pr}$  (17,3 мин.)  $\rightarrow$   ${}^{144}\text{Nd}$  ( $2,4 \cdot 10^{15}$  лет).
- Считая, что в начальный момент времени препарат содержал только  ${}^{144}\text{Ce}$ , найти, во сколько раз увеличится активность препарата через 1 ч.
9. Какое количество  $\alpha$ - и  $\beta$ -распадов в секунду происходит в образце минерала, содержащего 1 мг  ${}^{232}\text{Th}$  ( $T_{1/2} = 1,4 \cdot 10^{10}$  лет)? Все продукты распада находятся в радиоактивном равновесии. Радон не улетучивается.
  10. Во сколько раз увеличится активность свежеприготовленного химически чистого  ${}^{226}\text{RaBr}_2$ , помещенного в запаянную стеклянную ампулу, после установления равновесия со всеми продуктами распада?
  11. Ядро  ${}^{213}\text{Po}$  испустило  $\alpha$ -частицу с кинетической энергией 8,34 МэВ, при этом дочернее ядро оказалось в основном состоянии. Найти полную энергию, освобождаемую в этом процессе. Какую долю этой энергии составляет кинетическая энергия дочернего ядра?
  12. Изомерное ядро  ${}^{81\text{m}}\text{Se}$  с энергией возбуждения 103 кэВ переходит в основное состояние, испуская  $\gamma$ -квант. Найти энергию ядра отдачи.
  13. Изомерное ядро  ${}^{81\text{m}}\text{Se}$  с энергией возбуждения 103 кэВ переходит в основное состояние, испуская конверсионный электрон с  $K$ -оболочки атома (энергия связи  $K$ -электрона 12,7 кэВ). Найти энергию ядра отдачи.
  14. Ядро  ${}^{239}\text{Pu}$ , захватив тепловой нейтрон, разделилось на два осколка, массовые числа которых относятся друг к другу как 2:3. Вычислить энергии этих осколков, если их суммарная кинетическая энергия равна 180 МэВ.

15. Ядро  $^{10}\text{B}$  захватило тепловой нейтрон, после чего испустило альфа-частицу. Найти кинетические энергии альфа-частицы и ядра отдачи, если известно, что энергия, выделяющаяся в результате этой реакции, равна 2,5 МэВ.
16. При трехфотонной аннигиляции позитрония два фотона с одинаковой энергией разлетелись под углом  $90^\circ$  друг к другу. Найти энергии каждого из испущенных фотонов.
17. Определить активность  $^{198}\text{Au}$  в образце золота массой 1 г, облучавшемся нейтронами, если плотность их потока составила  $10^{17} \text{ м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$ , а время облучения 30 сут. Сечение радиационного захвата нейтрона для  $^{197}\text{Au}$  равно  $10^2$  б.  $^{198}\text{Au}$  имеет период полураспада 2,7 сут., а сечение его реакции с нейтронами  $2,6\cdot 10^4$  б.
18. Через камеру, заполненную газообразным азотом (н. у.), проходит узкий пучок тепловых нейтронов с постоянной интенсивностью  $10^8 \text{ с}^{-1}$ . Найти сечение реакции ( $n, p$ ), если установлено, что на 1 см траектории пучка за 0,01 с образуется 95 протонов.
19. В ядерном реакторе с выходом при делении 3,7% образуется  $^{89}\text{Sr}$ , период полураспада которого 50,55 сут. Определить, какое количество этого радионуклида (Ки) накопится через 50 суток работы реактора с тепловой мощностью 300 МВт.
20. Поток  $\beta$ -частиц от источника  $^{90}\text{Sr}$  ( $E_{\beta \text{ max}} = 0,54$  МэВ, максимальный пробег в алюминии  $0,25 \text{ г/см}^2$ ) падает нормально на поверхность воды. Плотность потока  $\varphi = 10^4$  частиц/( $\text{см}^2\cdot\text{с}$ ). Определить дозу, поглощенную водой вблизи поверхности за 1 минуту.
21. На  $1 \text{ см}^2$  кожи рук человека за 1 минуту падает нормально к поверхности 100  $\alpha$ -частиц  $^{239}\text{Pu}$  ( $E_\alpha = 5,15$  МэВ, пробег в биологической ткани 50 мкм). Определить мощность эквивалентной дозы.
22. Какое количество  $\alpha$ -частиц  $^{239}\text{Pu}$  с энергией 5,15 МэВ, поглощенных в 1 г биологической ткани, соответствует эквивалентной дозе 1 мЗв?
23. Рассчитать эквивалентную дозу, созданную точечным источником  $^{24}\text{Na}$  ( $T_{1/2} = 15$  ч) с начальной активностью 1 мКи на расстоянии 5 см в течение суток. Керма постоянная  $^{24}\text{Na}$   $\Gamma_\delta = 119,4 \text{ аГр}\cdot\text{м}^2/(\text{с}\cdot\text{Бк})$ .
24. Рассчитать максимально возможную поглощенную дозу на расстоянии 1 м от точечного источника  $^{42}\text{K}$  ( $T_{1/2} = 12,36$  ч) с начальной активностью 1 МБк. Керма постоянная  $^{42}\text{K}$   $\Gamma_\delta = 8,902 \text{ аГр}\cdot\text{м}^2/(\text{с}\cdot\text{Бк})$ .
25. Рассчитать эффективность регистрации гамма-квантов  $^{60}\text{Co}$  (два кванта на один распад), если точечный источник этого радионуклида активностью  $4\cdot 10^6$  Бк создает скорость счета 25 имп/с на расстоянии 2 м, а площадь счетчика равна  $20 \text{ см}^2$ .

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### 8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (5 семестр)

Экзамен проводится в 5 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам: 2 теоретических вопросов и 1 задачи.

Ответы на вопросы экзамена оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальная оценка за каждый теоретический вопрос - по 13 баллов, за задачу – 14 баллов.

Пример билета для экзамена

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| «Утверждаю»<br>Зав. каф. ХВЭР | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                           |
|                               | <b>Российский химико-технологический университет<br/>им. Д.И. Менделеева</b> |
| Э.П.Магомедбеков              | <b>Кафедра химии высоких энергий и радиозкологии</b>                         |
|                               | <b>18.05.02 Химическая технология материалов<br/>современной энергетики</b>  |

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г..

Дисциплина «Основы ядерной физики и дозиметрии»  
5-й семестр

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Капельная модель ядра. Формула Вайцзеккера для энергии связи. Физический смысл ее слагаемых. Условие устойчивости изобара в рамках капельной модели. Линия стабильности на протонно-нейтронной диаграмме. Отклонения от капельной модели. Магические ядра.

2. Основные ядерные реакции на заряженных частицах. Примеры. Характерные функции возбуждения для экзо- и эндотермических реакций. Конкурирующие процессы распада составного ядра. Реакции под действием тяжелых ионов.

3. Рассчитать эквивалентную дозу, созданную точечным источником  $^{24}\text{Na}$  ( $T_{1/2} = 15$  ч) с начальной активностью 1 мКи на расстоянии 5 см в течение суток. Керма постоянная  $^{24}\text{Na}$   $\Gamma_{\delta} = 119,4 \text{ аГр}\cdot\text{м}^2/(\text{с}\cdot\text{Бк})$ .

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А) Основная литература:

1. Сазонов А.Б. Ядерная физика: Учеб. пособие для вузов. М.: ЮРАЙТ. 2019. 320 с. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/446250> (дата обращения: 04.02.2020).
2. Капитонов И. М. Введение в физику ядра и частиц : учебник. М.: Физматлит, 2010. 512 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2189> (дата обращения: 04.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Савельев И. В. Курс физики: учебное пособие : в 3 томах. Том 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: учеб. пособие. СПб: Лань, 2018. 308 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/98247> (дата обращения: 04.02.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Сазонов А.Б., Магомедбеков Э.П., Очкин А.В. Лабораторный практикум по ядерной физике. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2005. 176 с.

#### Б) Дополнительная литература:

1. Абрамов А.И., Казанский Ю.А., Матусевич Е.С. Основы экспериментальных методов ядерной физики. М.: Энергоатомиздат, 1985. 486 с.
2. Иванов В.И. Курс дозиметрии: учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Атомиздат, 1978. 392 с.
3. Голубев Б.П. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений. 4-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1986. 464 с.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

1. Журнал «Атомная энергия». ISSN 0004-7163.
2. Журнал «Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика ядерных реакторов». ISSN 0205-4671
3. Журнал «Вопросы атомной науки и техники. Серия: материаловедение и новые материалы». ISSN 0321-222X
4. Журнал «Вопросы радиационной безопасности». ISSN 1816-9643
5. Журнал прикладной химии. ISSN 0044-4618
6. Журнал «Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика». ISSN 0204-3327
7. Журнал «Известия Российской академии наук. Серия Химическая». ISSN 1026-3620
8. Журнал «Радиационная биология. Радиоэкология». ISSN 0869-8031
9. Журнал «Радиация и риск». ISSN 0131-3878
10. Журнал «Радиохимия». ISSN 0033-8311
11. Журнал «Химия высоких энергий». ISSN 0023-1193.

### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- конспект лекций по дисциплине «Основы ядерной физики и дозиметрии».
- раздаточный иллюстративный материал с необходимыми общими схемами и конструкционными особенностями оборудования.

- презентации к лекциям.
- лабораторный Практикум по дисциплине «Основы ядерной физики и дозиметрии», включающий в себя теоретический материал, контрольные вопросы и задачи для подготовки и защите лабораторных работ

При переходе на электронное обучение (ЭО) и дистанционные образовательные технологий (ДОТ) для реализации рабочей программы применяются: следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения дисциплины:

- электронная информационно-образовательная среда РХТУ (ЭИОС);
- сервисы по доставке e-mail сообщений;
- платформа для проведения онлайн конференций и вебинаров – Zoom (<https://zoom.us>).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 07.02.2020).

- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/94/91/6/67> (дата обращения: 07.02.2020).

- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 07.02.2020).

При освоении дисциплины обучающие должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 07.02.2020).

- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 07.02.2020).

- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 07.02.2020).

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в специалитете направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «Основы ядерной физики и дозиметрии» включает 3 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

Изучение материала каждого раздела заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний.

Оценка текущей работы обучающегося в 5 семестре складывается из оценок за выполнение 3 контрольных работ и составляет максимально 60 баллов (максимальная оценка каждой работы 20 баллов). В соответствии с учебным планом, изучение материала в 5 семестре заканчивается контролем его освоения в виде экзамена (максимальная оценка – 40 баллов). Совокупная максимальная оценка работы обучающегося в 5 семестре составляет 100 баллов.

Рабочая программа дисциплины «Основы ядерной физики и дозиметрии» предусматривает проведение лабораторного практикума в объеме 96 ч. Работы выполняются в часы, выделенные учебным планом в 6 семестре. Лабораторный практикум выполняется, когда изучен материал большинства разделов, входящих в дисциплину «Основы ядерной физики и дозиметрии». Лабораторные работы (12) охватывают разделы 3.1, 3.2 и 3.3. На выполнение каждой работы отводится примерно 8 часов в зависимости от трудоемкости. Целью выполнения лабораторных работ является закрепление полученных знаний по дисциплине, расширение эрудиции и кругозора обучающегося в области ядерной физики и дозиметрии, развитие творческого потенциала и самостоятельного мышления обучающегося. В задачи подготовки к выполнению лабораторных работ входит приобретение навыков работы с информационными ресурсами, получение опыта проведения работ, обработки, анализа полученных результатов, формулирования выводов по выполненной работе, знакомство с правилами оформления лабораторных работ. При подготовке к выполнению лабораторных работ обучающийся должен руководствоваться следующими основными принципами:

- сочетание в работе, с одной стороны, изученных в курсе дисциплины «Основы ядерной физики и дозиметрии» теоретических положений и сведений, с другой, – результатов новейших разработок в области ядерной физики и дозиметрии;

- творческий аналитический подход к полученным в лабораторной работе результатам, исключающий их простое перечисление и изложение. Работа над подготовкой в лабораторной работе ориентирована в первую очередь на самостоятельную работу обучающегося с информационными ресурсами – Практикумом по дисциплине «Основы ядерной физики и дозиметрии», конспектом лекций и раздаточным материалом, научно-технической и справочной литературой, ГОСТами по определению активности, ресурсами Интернета, базами данных. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза и городских научно-технических библиотек, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета, материалами тематических выставок и научно-технических конференций. При оформлении лабораторных работ следует ориентироваться на требования, приведенные в ГОСТах и в Практикуме по дисциплине «Основы ядерной физики и дозиметрии».

#### ***Общие указания к оформлению отчета по лабораторной работе***

Все результаты лабораторной работы фиксируются только в лабораторном журнале. Для представления работы к защите необходимо оформить результаты в следующем порядке:

- Название работы и дата ее выполнения. Цель работы.



- Приборы и принадлежности (тип и марка детектора, используемый в работе радиоактивный источник). Схема распада используемого в работе радионуклида.
- Экспериментальная часть в соответствии с порядком выполнения работы, включая таблицы результатов, графики, формулы для расчета, сделанные допущения и их обоснование.
- Итоги работы и обсуждение результатов. Выводы.
- Решение задач для закрепления пройденного материала

Содержание и оформление лабораторных работ оценивается в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка за выполнение всех работ лабораторного практикума составляет 100 балла и входит в 100 баллов, оценивающих работу обучающегося в 6 семестре.

## **10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1, либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### **11.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Дисциплина «Основы ядерной физики и дозиметрии» преподается в 5 и 6 семестрах специалитета. При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что обучающиеся в специалитете имеют общую подготовку по общенаучным, общеинженерным дисциплинам и предшествующим основным профессиональным дисциплинам профиля, в объеме, предусмотренном учебным планом, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим, материал дисциплины должен опираться на полученные знания и быть ориентирован их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями. Обучение может быть организовано в виде как традиционных лекций и практических занятий, так и научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться взаимосвязь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Основы ядерной физики и дозиметрии», является формирование у обучающихся компетенций в области ядерной физики и дозиметрии. Преподаватель должен акцентировать внимание обучающихся на общих вопросах ядерной физики и дозиметрии. При выборе материала для занятий желательно обращаться к опыту ведущих зарубежных и отечественных научно-исследовательских центров, научно-производственных фирм и предприятий, использовать их научные, информационные и рекламные материалы и проводить их сравнительный анализ. Во вводной лекции курса следует остановиться на тенденциях развития ядерной физики и дозиметрии, привести обзор современных достижений

ядерной физики и дозиметрии, оценить конкурентоспособность промышленной продукции и определяющие ее факторы. При рассмотрении процессов на различных переделах технологий следует обращаться к знаниям обучающихся, полученных ими при изучении предшествующих дисциплин.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по дисциплине является широкое использование наглядных пособий и иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Наглядные пособия представляют собой стенд с дозиметрическими детекторами. Иллюстративный материал включает презентации по разделам курса, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа. При проведении занятий преподаватель может рекомендовать обучающимся проработку дополнительной литературы по тематике занятия, организуя ее обсуждение на практических занятиях, формирует у обучающихся навык к самостоятельной работе с разнообразными литературными источниками.

Практические занятия по ядерной физике и дозиметрии проводятся преподавателями в 5 семестре, в соответствии с п. 6.1 данной программы.

Основные задачи практических занятий:

- а) закрепить знания, полученные на лекциях;
- б) научить обучающегося применять теоретические знания к решению физических задач;
- в) привить обучающимся навыки самостоятельной работы с учебниками и учебными пособиями.

Каждое практическое занятие включает в себя проверку домашнего задания; краткое повторение теории явления, изучаемого на занятии; разбор примеров решения типичных задач; самостоятельное решение задач.

В случаях, когда тема практического занятия еще не рассматривалась на лекциях, преподаватель обязан уделить первые 10-15 минут краткому изложению теоретических основ изучаемого явления. Преподаватель должен добиваться активной работы каждого обучающегося по выполнению плана занятий, уделяя особое внимание проверке домашних заданий и самостоятельной работы.

Экзамен по дисциплине в 5 семестре является основным мероприятием промежуточного контроля. Консультации назначаются не ранее, чем за два дня до экзамена.

Лабораторные занятия проводятся в 6 семестре. Основные задачи проведения лабораторных занятий:

- а) привить обучающимся начальные навыки экспериментальных исследований;
- б) закрепить и углубить программный материал, полученный на лекциях;
- в) научить обучающихся применять теоретические знания, полученные по дисциплине, на практике при подготовке, проведении и защите лабораторных работ;
- г) ознакомить обучающихся с устройством и применением основных физических приборов.

Чтобы быть аттестованным по лабораторному практикуму (получить зачет), обучающийся должен выполнить и защитить все лабораторные работы, предусмотренные учебным планом текущего семестра. Лабораторные работы снабжены кратким теоретическим описанием (в среднем около 5 страниц), в котором изложены основы теории, краткое описание хода работы и требования безопасности. В лабораторных занятиях принципиально не предусмотрено автоматической обработки результатов измерений, поскольку одной из задач физического практикума является обучение обучающихся умению обрабатывать результаты измерений. На наш взгляд, не следует

возражать, если обучающийся самостоятельно использует программы построения таблиц и рисования графиков (например, Microsoft Excel).

При защите лабораторных работ следует спрашивать теоретические основы методов, используемых в работе, а также обоснование полученных результатов и сделанных выводов.

### **11.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; лабораторные работы, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; онлайн консультации по курсовому проектированию; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается) и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

## **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2020 составляет 1 715 452 экз..

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым

дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

### Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

| № | Электронный ресурс                           | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей   | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором  |
|---|--|---|--|
| 1 | Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ» | <p>Принадлежность - сторонняя<br/> Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г.<br/> Сумма договора – 642 083-68<br/> Срок действия с «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Дополнительный Договор № 33.03-Р-3.1-2217/2020 от 02.03.2020 г.<br/> Сумма договора- 30 994-52<br/> Срок действия с «02» марта 2020 г. по «25» сентября 2020 г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br/> Сумма договора – 747 661-28<br/> Срок действия Договора с «26» сентября 2020г. по «25» сентября 2021г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого</p> | <p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки"-изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика»-изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент»- изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|   |  | компьютера.<br>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.  |   |
| 2 | Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис») | Принадлежность – собственная РХТУ.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a><br>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера   | Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.  |
| 3 | Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».    | Принадлежность сторонняя.<br>Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 189-2647А/2019 от 09.01.2020 г.<br>Сумма договора – 601110-00 С «01» января.2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a><br>Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ. | Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД   |
| 4 | Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ).  | Принадлежность – сторонняя<br>Реквизиты договора – ФГБУ РГБ, Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br>Сумма договора - 398 840-00 С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a><br>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.   | В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации. |
| 5 | БД ВИНТИ РАН   | Принадлежность сторонняя,<br>Реквизиты договора- ВИНТИ РАН<br>Договор № 33.03-Р-3.1-2047/2019 от 25 февраля 2020 г.<br>Сумма договора - 100 000-00  | Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий  |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|   |   | <p>С «25» февраля 2020 г.<br/>по «24 » февраля 2021 г.<br/>Ссылка на сайт-<br/><a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a><br/>Количество ключей –<br/>локальный доступ для<br/>пользователей РХТУ в ИБЦ<br/>РХТУ.</p>   | <p>объем БД - более 28 млн.<br/>документов</p>  |
| 6 | <p>Научно-<br/>электронная<br/>библиотека<br/>«eLibrary.ru»</p> | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Реквизиты договора –<br/>ООО Научная электронная<br/>библиотека,<br/>договор № 33.03-Р-3.1 2087/2019<br/>Сумма договора – 1100017-00<br/>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – доступ для<br/>пользователей РХТУ по ip-<br/>адресам неограничен.</p> | <p>Научная электронная<br/>библиотека eLIBRARY.RU - это<br/>крупнейший российский<br/>информационно-аналитический<br/>портал в области науки,<br/>технологии, медицины и<br/>образования, содержащий<br/>рефераты и полные тексты более<br/>29 млн научных статей и<br/>публикаций, в том числе<br/>электронные версии более 5600<br/>российских научно-технических<br/>журналов.</p> |
| 7 | <p>Справочно-<br/>правовая система<br/>«Консультант+»</p>       | <p>Принадлежность сторонняя-<br/>Договор № 174-247ЭА/2019<br/>от 26.12.2019 г.<br/>Сумма договора - 927 029-80<br/>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт-<br/><a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a><br/>Количество ключей – 50<br/>пользовательских лицензий по<br/>ip-адресам.</p>   | <p>Справочно-правовая система по<br/>законодательству Российской<br/>Федерации.</p>   |
| 8 | <p>Справочно-<br/>правовая система<br/>Гарант»</p>              | <p>Принадлежность сторонняя<br/>Договор №166-235ЭА/2019<br/>от 23.12.2019 г.<br/>Сумма договора - 603 949-84</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a><br/>Количество ключей – 50<br/>пользовательских лицензий по<br/>ip-адресам.</p>   | <p>Гарант — справочно-правовая<br/>система по законодательству<br/>Российской Федерации.</p>  |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
| 9  | Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"   | Принадлежность сторонняя- «Электронное издательство ЮРАЙТ»<br>Договор № 33.03-Р-3.1-220/2020 от 16.03.2020 г.<br>Сумма договора - 324 000-00<br>С «16» марта 2020 г.<br>по «15» марта 2021 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a><br>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.       | Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов. |
| 10 | Электронно-библиотечная система «Консультант студента» | Принадлежность сторонняя- ООО «Политехресурс»<br>Договор № 33.03-Р-3.1-218/2020 От «16» марта 2020 г.<br>Сумма договора-36 500-00<br><br>С «17» марта 2020 г.<br>по «16» марта 2021 г<br><br>Ссылка на сайт – <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a><br><br>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. | Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».  |
| 11 | Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»          | Принадлежность сторонняя- ООО «ЗНАНИУМ»,<br>Договор № 4309 эбс 33.03-Р-3.1-2215/2020 от «20» марта 2020 г.<br>Сумма договора-30 000-00<br><br>С «20» марта 2020 г.<br>по «19» марта 2021г<br><br>Ссылка на сайт – <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a><br><br>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.             | Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.  |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
| 12 | Информационно-аналитическая система Science Index | <p>Принадлежность сторонняя- ООО «Научная электронная библиотека»<br/> Договор № SIO-364/19 33.03-Р-3.1-2103/2019<br/> от «17» февраля 2020 г.<br/> Сумма договора-90 000-00<br/> Срок действия<br/> с «17» февраля 2020 г.<br/> по «16» февраля 2021 г.<br/> Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ</p>  | Дистанционная поддержка публикационной активности преподавателей университета   |
| 13 | Издательство Wiley                                | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/> Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 694</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/> по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации.</p> | Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.  |
| 14 | QUESTEL ORBIT                                     | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/> Информационное письмо РФФИ от 09.10.2020 г. № 1162</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/> по «31» декабря 2020 г.<br/> Ссылка на сайт – <a href="https://orbit.com">https://orbit.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>   | ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов. |
| 15 | American Chemical Society                         | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/> Информационное письмо РФФИ</p>   | Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society   |



|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
|    |   | <p>от 25.06.2020 г. № 637</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа:<br/><a href="https://pubs.acs.org/page/remotearch">https://pubs.acs.org/page/remotearch</a></p>  |   |
| 16 | База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 10.07.2020 г. № 712</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ.</p>   | <p>Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза.<br/>Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.</p> |
| 17 | Ресурсы международной компании Clarivate Analytics                | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 692</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ.</p> | <p>Открыт доступ к ресурсам:<br/>WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных.<br/>MEDLINE – реферативная база данных по медицине.</p>  |
| 18 | Электронные   | Принадлежность сторонняя.   | - Полнотекстовая  |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
|    | <p>ресурсы<br/>издательства<br/>SpringerNature</p>                               | <p>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ<br/>от 17.07.2020 г. № 743</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт<br/><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a><br/>Количество ключей - доступ для<br/>пользователей РХТУ по ip-<br/>адресам неограничен. Возможен<br/>удаленный доступ.</p>               | <p>коллекция электронных<br/>журналов Springer по<br/>различным отраслям знаний<br/>(2019 г.) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a><br/>Полнотекстовая коллекция<br/>журналов (архив 1893-1945)<br/><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a><br/>- Полнотекстовые 85<br/>журналов Nature Publishing<br/>Group<br/><a href="https://www.nature.com/siteindex/index.html">https://www.nature.com/siteindex/index.html</a><br/>- Коллекция научных<br/>протоколов по различным<br/>отраслям знаний Springer<br/>Protocols<br/><a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a><br/>- Коллекция научных<br/>материалов в области<br/>физических наук и инжиниринга<br/>Springer Materials (The Landolt-<br/>Bornstein Database)<br/><a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a><br/>- Полный доступ к<br/>статическим и динамическим<br/>справочным изданиям по любой<br/>теме<br/>- Реферативная база<br/>данных по чистой и прикладной<br/>математике zbMATH<br/><a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a><br/>- Nano Database<br/><a href="https://goo.gl/PdhJdo">https://goo.gl/PdhJdo</a><br/>Полнотекстовая коллекция книг<br/>издательства SpringerNature по<br/>различным отраслям знаний<br/>(2019 г.) <a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a></p> |
| 19 | <p>База данных<br/>SciFinder<br/>компании<br/>Chemical Abstracts<br/>Service</p> | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ<br/>от 25.06.2020 г. № 635<br/>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a><br/>Количество ключей – доступ для<br/>пользователей РХТУ по ip-<br/>адресам и персональной<br/>регистрации.</p> | <p>SciFinder — поисковый сервис,<br/>обеспечивающий<br/>многоаспектный поиск как<br/>библиографической<br/>информации, так и информации<br/>по химическим реакциям,<br/>структурным соединениям и<br/>патентам. Основная тематика<br/>обширного поискового массива<br/>— химия, а также ряд смежных<br/>дисциплин, таких как<br/>материаловедение, биохимия и<br/>биомедицина, фармакология,<br/>химическая технология, физика,</p>   |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
|    |  |  | геология, металлургия и другие.  |
| 20 | Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect   | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 772</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.</p> <p>Удаленный доступ.</p>   | <p>«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов.</p> <p>«Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук.</p> <p>Доступ к архивам 2015-2019 гг.</p> |
| 21 | American Institute of Physics (AIP)                          | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 № 1188</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://scitation.aip.org">http://scitation.aip.org</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> <p>Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.scitation.org/remote-access">https://www.scitation.org/remote-access</a></p> | Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP).   |
| 22 | Scopus   | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>.</p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> <p>Удаленный доступ.</p>   | Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER   |
| 23 | Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество) | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p>   | Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.   |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | Ссылка на сайт –<br><a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a><br>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Настройка удаленного доступа:<br><a href="https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access">https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access</a> |  |
|--|---|--|

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов:

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>

Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>

В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>

База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

6. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>

Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

7. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>  
ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

8. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>  
PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

9. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>  
Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.

10. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>  
Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru) Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального Бюллетеня

### **13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом, занятия по дисциплине «Основы ядерной физики и дозиметрии» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторного практикума и самостоятельной работы обучающегося.

#### **13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе**

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для обучающихся, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

Учебная лаборатория, оснащенная лабораторной мебелью, вытяжными шкафами, научным и технологическим оборудованием для проведения лабораторных работ.

Лабораторное оборудование, приборы и реактивы, необходимые для экспериментального освоения материала.

1. Установка измерения малых активностей «УМФ-2000»
2. Альфа-радиометр с сцинтилляционный «МУЛЬТИРАД-АР»
3. Альфа-спектрометр с полупроводниковым детектором
4. Бета-радиометр с торцевым счетчиком Гейгера-Мюллера

5. Двухканальный бета-радиометр со счетчиками Гейгера-Мюллера
6. Бета-спектрометр сцинтилляционный «МУЛЬТИРАД-бета «ФОСФИЧ»
7. Гамма-спектрометр сцинтилляционный «МУЛЬТИРАД-гамма»
8. Дозиметр-радиометр «МКС 08П»
9. Измеритель загрязненности поверхности «РКП-1-2»
10. Поисковый дозиметр-радиометр «RadEye B20»
11. Закрытые источники альфа-, бета и гамма-излучения.

### 13.2. Учебно-наглядные пособия

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Наглядные пособия: стенд с дозиметрическими детекторами.

### 13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### 13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам дисциплины; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

### 13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|--|--|---|---|
| 1     | <p>Неисключительная лицензия на использование Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprise</p> <p>В составе:</p> <p>1) В составе Microsoft Office Professional Plus</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>657 комплектов. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p> <p>Каждый комплект включает:</p> <p>1) Лицензию на комплекс для создания презентаций, электронных текстов и таблиц, обработки баз данных Microsoft Office.</p> <p>2) Лицензию для</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии |
|-------|---|---------------------------------------|--|----------------------------------|
|       | 2019: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> 2) Microsoft Core CAL<br>3) Microsoft Windows Upgrade |                                       | подключения пользователей к серверным системам Microsoft: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exchange Server Standard,</li> <li>• Exchange Server Enterprise,</li> <li>• SharePoint Server,</li> <li>• Skype для бизнеса Server,</li> <li>• Windows MultiPoint Server Premium,</li> <li>• Windows Server Standard,</li> <li>• Windows Server Data Center</li> </ul> 3) Лицензию на обновление операционной системы для рабочих станций Windows 10. Дополнительно на ВУЗ предоставляется право на использование 1 (одной) лицензии средств разработки в рамках учебных компьютеров одного технического, естественнонаучного факультета (кафедры) и предоставления студентам для целей обучения Azure Dev Tools for Teaching. Количество активаций неограниченно в рамках подразделения. |                                  |
| 2     | Неисключительная лицензия на использование Учебный Комплект Компас-3D v18 на 50 мест.   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2 лицензии на учебный комплект программного обеспечения для проектирования и конструирования в   | бессрочно                        |

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|---------------------------------------|---|--|
|       | Проектирование и конструирование в машиностроении, лицензия.  |                                       | машиностроении, рассчитанные на активацию на 50 мест каждая.  |  |
| 3     | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (одна) сетевая лицензия на 200 пользователей  | бессрочно  |
| 4     | Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition Legalization GetGenuine Legalization  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 150 лицензий. Соглашение Microsoft OLV № V6159937   | бессрочно  |
| 5     | Неисключительная лицензия на использование SysCtrDatactrCore ALNG LicSAPk OLVS 16License E 1Y AcademicEdition Additional Product CoreLic<br>Предоставляет право на использование продуктов Microsoft: Configuration Manager Data Protection Manager Endpoint Protection Operations Manager Orchestrator Service Manager Virtual Machine | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (один) комплект, включающий 16 (шестнадцать) лицензий для активации на 16 (шестнадцати) физических процессорных ядрах. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |



| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|---|--|--|---|
|       | Manager   |  |  |   |
| 6     | <p>Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP</p> <p>Приложения в составе подписки:<br/>Outlook<br/>OneDrive<br/>Word<br/>Excel<br/>PowerPoint<br/>Microsoft Teams</p>       | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа.<br/>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 7.    | <p>Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft</p> <p>Приложения в составе подписки:<br/>Outlook<br/>OneDrive<br/>Word<br/>Excel<br/>PowerPoint<br/>Microsoft Teams</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>26280 лицензий для студентов ВУЗа.<br/>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p>                             | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 8.    | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License</p> <p>По для защиты информации</p>  | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах</p>  | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий                         | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---|--|
|       | (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)  |                                       |   |  |
| 9.    | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 20 лицензий для виртуальных и облачных сред | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 10.   | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов                           | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2000 лицензий для почтовых серверов         | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

#### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов            | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки                                    |
|----------------------------------|--|---|
| <b>Раздел 1. Ядерная физика.</b> | <b>Знает:</b><br>- порядки физических величин в ядерной физике и дозиметрии;<br>- основные принципы и законы ядерной физики и дозиметрии, основные физические атомно-ядерные явления,<br>- границы применимости физических | Оценка за контрольную работу №1.<br>Оценка за экзамен (5-й семестр) |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>моделей атома и атомного ядра.</p> <p><b>Умеет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- истолковать смысл физических величин и понятий, формулировать основные положения ядерной физики, использовать математический аппарат;</li> <li>- пользоваться единицами измерения физических величин, принятыми в ядерной физике и дозиметрии;</li> <li>- формулировать выводы по результатам физических экспериментов</li> </ul>   |  |
| <b>Раздел 2. Основы дозиметрии.</b>      | <p><b>Знает</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные принципы и законы ядерной физики и дозиметрии, основные физические атомно-ядерные явления</li> <li>- методы наблюдения и экспериментальные исследования;</li> <li>- границы применимости физических моделей атома и атомного ядра;</li> <li>- принципы и основные нормы радиационной безопасности</li> </ul> <p><b>Умеет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пользоваться единицами измерения физических величин, принятыми в ядерной физике и дозиметрии;</li> <li>- использовать различные методики проведения физических измерений и обработки экспериментальных данных;</li> <li>- формулировать выводы по результатам физических экспериментов;</li> <li>- решать стандартные задачи и задачи повышенной трудности.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №2.</p> <p>Оценка за экзамен (5-й семестр)</p> |
| <b>Раздел 3. Лабораторный практикум.</b> | <p><b>Знает</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы наблюдения и экспериментальные исследования;</li> <li>- принципы и основные нормы радиационной безопасности</li> </ul> <p><b>Умеет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пользоваться единицами измерения физических величин, принятыми в ядерной физике и дозиметрии;</li> <li>- использовать различные методики проведения физических измерений и обработки экспериментальных данных;</li> <li>- формулировать выводы по</li> </ul>   | <p>Оценка за лабораторный практикум (6 семестр)</p>                            |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>результатам физических экспериментов;</p> <p>- решать стандартные задачи и задачи повышенной трудности.</p> <p><b>Владеет</b></p> <p>- методами проведения радиометрических и дозиметрических измерений и навыками корректной обработки их результатов.</p> |  |
|--|--|--|

## **15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**  
**«Основы ядерной физики и дозиметрии»**  
**основной образовательной программы**  
**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**  
код и наименование направления подготовки (специальности)

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
| 2.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
| 3.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
| 4.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«РАДИОХИМИЯ»**

**Специальность 18.05.02 Химическая технология материалов  
современной энергетики**

**Квалификация «инженер»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2020 г.**

Программа составлена к.т.н., доцентом кафедры химии высоких энергий и радиозэкологии РХТУ им. Д.И. Менделеева Е.А.Тюпиной

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии высоких энергий и радиозэкологии «21» апреля 2020 г., протокол № 9.



## СОДЕРЖАНИЕ

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | Цели и задачи дисциплины   | 4  |
| 2.    | Требования к результатам освоения дисциплины   | 4  |
| 3.    | Объем дисциплины и виды учебной работы   | 5  |
| 4.    | Содержание дисциплины  | 6  |
| 4.1.  | Разделы дисциплины и виды занятий  | 6  |
| 4.2.  | Содержание разделов дисциплины   | 7  |
| 5.    | Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины  | 8  |
| 6.    | Практические и лабораторные занятия  | 10 |
| 6.1.  | Практические занятия. Примерные темы практических занятий по дисциплине  | 10 |
| 6.2.  | Лабораторные занятия   | 11 |
| 7.    | Самостоятельная работа   | 11 |
| 8.    | Примеры оценочных средств для контроля освоения дисциплины   | 12 |
| 8.1.  | Примерная тематика реферативно-аналитической работы  | 12 |
| 8.2.  | Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины   | 12 |
| 8.3.  | Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачет с оценкой, 5 семестр)  | 17 |
| 8.4.  | Структура и примеры билетов для зачета с оценкой   | 21 |
| 9.    | Учебно-методическое обеспечение дисциплины   | 22 |
| 9.1.  | Рекомендуемая литература   | 22 |
| 9.2.  | Рекомендуемые источники научно-технической информации  | 22 |
| 9.3.  | Средства обеспечения освоения дисциплины   | 22 |
| 10.   | Методические указания для обучающихся  | 23 |
| 10.1. | Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                | 23 |
| 10.2. | Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                 | 25 |
| 11.   | Методические указания для преподавателей   | 25 |
| 11.1. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий | 25 |
| 11.2. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий  | 27 |
| 12.   | Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе  | 30 |
| 13.   | Материально-техническое обеспечение дисциплины   | 37 |
| 13.1. | Оборудование, необходимое в образовательном процессе:  | 37 |
| 13.2. | Учебно-наглядные пособия   | 38 |
| 13.3. | Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства  | 38 |
| 13.4. | Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы  | 38 |
| 13.5. | Перечень лицензионного программного обеспечения  | 39 |
| 14.   | Требования к оценке качества освоения программы  | 43 |
| 15.   | Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья                                 | 45 |

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химии высоких энергий и радиоэкологии РХТУ им. Д.И.Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение двух семестров.

Дисциплина «Радиохимия» относится к дисциплинам базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)» обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую подготовку по основам физики, высшей математики, физической химии.

**Цель** дисциплины – изучение особенностей поведения радиоактивных изотопов в ультрамалых концентрациях в растворе, газе и твердой фазе, распределения их между фазами в процессах соосаждения, адсорбции, ионного и изотопного обмена, электрохимии, а также вопросов синтеза меченых соединений и применения радиоактивных изотопов в науке, промышленности и медицине.

**Задачи дисциплины** – освоение обучающимися теоретических знаний в области общей и прикладной радиохимии и привитие им навыков работы с радиоактивными веществами.

Дисциплина «Радиохимия» изучается в 5 и 6 семестрах. В 5 семестре объем лекций – 16 часов, практических занятий 16 часов, семестр заканчивается экзаменом. В 6 семестре обучающиеся выполняют лабораторный практикум в объеме 96 часов и получают зачет. Контроль успеваемости обучающихся ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Радиохимия» при подготовке специалистов по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализациям: № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», № 2 «Технология Разделения и применение изотопов», № 3 «Технология теплоносителей и радиоэкология ядерных энергетических установок», № 5 «Радиационная химия и радиационное материаловедение» способствует приобретению следующих компетенций:

### **Общекультурные:**

- способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-4);
- понимание роли охраны окружающей среды и рационального природопользования и для развития и сохранения цивилизации (ОК-13).

### **Общепрофессиональные:**

- способность профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способность к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2).

### **Профессиональные:**

- способность обеспечить безопасное проведение работы с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения (ПК-7);
- способность самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10).

В результате освоения дисциплины "Радиохимия" обучающийся должен:

**знать:**

- особенности поведения радионуклидов в растворах больших разведений, изотопные, специфические и неспецифические носители и область их применения;
- особенности и закономерности распределения радиоактивных изотопов между фазами в процессах соосаждения, адсорбции, ионного и изотопного обмена, электрохимии, экстракции;
- особенности реакций изотопного обмена и возможности образования радиоколлоидов;
- принципы синтеза меченых соединений и применения радиоактивных изотопов в физико-химических и радиоаналитических исследованиях;
- правила работы с открытыми радиоактивными источниками в радиохимической лаборатории 3 класса.

**уметь:**

- использовать метод радиоактивных индикаторов, уметь поставить задачу и провести расчеты необходимой активности для решения задач естественных наук;
- рассчитывать коэффициенты распределения при сокристаллизации, ионном обмене или жидкостной экстракции и характеристики процессов ионного обмена;
- предотвращать адсорбцию радионуклидов на поверхности посуды и фильтров;
- правильно выбирать детектор излучения, проводить радиометрические измерения и надлежащим образом обрабатывать экспериментальные данные.

**владеть:**

- методами выделения и разделения радионуклидов;
- методом радиоактивных индикаторов для решения радиоаналитических задач;
- методами безопасного проведения работ с радионуклидами в открытом виде в лаборатории 3 класса.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                             | Всего       |            | Семестр                |            |              |            |
|--|-------------|------------|------------------------|------------|--------------|------------|
|  | ЗЕ          | Акад. ч    | 5                      |            | 6            |            |
|  |             |            | ЗЕ                     | Акад. ч    | ЗЕ           | Акад. ч    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>9</b>    | <b>324</b> | <b>3</b>               | <b>108</b> | <b>6</b>     | <b>216</b> |
| <b>Контактная работа – Аудиторные занятия:</b> | <b>3,56</b> | <b>128</b> | <b>0,89</b>            | <b>32</b>  | <b>2,67</b>  | <b>96</b>  |
| Лекции:  | 0,44        | 16         | 0,44                   | 16         | -            | -          |
| Практические занятия                           | 0,44        | 16         | 0,44                   | 16         | -            | -          |
| Лабораторные работы                            | 2,66        | 96         | -                      | -          | 2,66         | 96         |
| <b>Самостоятельная работа:</b>                 | <b>5,44</b> | <b>196</b> | <b>2,11</b>            | <b>76</b>  | <b>3,33</b>  | <b>120</b> |
| Подготовка к контрольным работам               | 5,44        | 30         | 2,11                   | 30         | 3,33         | -          |
| Подготовка к лабораторным работам              |             | 70         |                        | -          |              | 70         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |             | 95,4       |                        | 45,6       |              | 49,8       |
| Контактная самостоятельная работа              |             | 0,6        |                        | 0,4        |              | 0,2        |
| <b>Виды контроля:</b>                          |             |            | <b>Зачет с оценкой</b> |            | <b>Зачет</b> |            |

| Вид учебной работы                             | Всего       |            | Семестр                |           |              |            |
|--|-------------|------------|------------------------|-----------|--------------|------------|
|  | ЗЕ          | Астр. ч    | 5                      |           | 6            |            |
|  |             |            | ЗЕ                     | Астр.ч    | ЗЕ           | Астр.ч     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>9</b>    | <b>243</b> | <b>3</b>               | <b>81</b> | <b>6</b>     | <b>162</b> |
| <b>Контактная работа – Аудиторные занятия:</b> | 3,56        | 96         | <b>0,89</b>            | <b>24</b> | <b>2,67</b>  | <b>72</b>  |
| Лекции:  | 0,44        | 12         | 0,44                   | 12        | -            | -          |
| Практические занятия                           | 0,44        | 12         | 0,44                   | 12        | -            | -          |
| Лабораторные работы                            | 2,66        | 72         | -                      | -         | 2,66         | 72         |
| <b>Самостоятельная работа:</b>                 | <b>5,44</b> | <b>147</b> | <b>2,11</b>            | <b>57</b> | <b>3,33</b>  | <b>90</b>  |
| Подготовка к контрольным работам               | 5,44        | 22         | 2,11                   | 22        | 3,33         | -          |
| Подготовка к лабораторным работам              |             | 52,5       |                        | -         |              | 52,5       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |             | 71,55      |                        | 34,2      |              | 37,3       |
| Контактная самостоятельная работа              |             | 1,45       |                        | 0,3       |              | 0,15       |
| <b>Виды контроля:</b>                          |             |            | <b>Зачет с оценкой</b> |           | <b>Зачет</b> |            |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п            | Раздел дисциплины   | Академ. часов |          |                |               |                |
|------------------|---|---------------|----------|----------------|---------------|----------------|
|                  |   | Всего         | Лекции   | Практ. занятия | Лабор. работы | Самост. работа |
| <b>5 семестр</b> |   |               |          |                |               |                |
| <b>1</b>         | <b>Раздел 1. Введение. Особенности поведения радионуклидов в растворах больших разведений в процессах сокристаллизации, адсорбции и коллоидообразования</b> | <b>41</b>     | <b>7</b> | <b>6</b>       | <b>-</b>      | <b>28</b>      |
| 1.1              | Поведение радионуклидов в растворах больших разведений  | 7             | 1        | 1              | -             | 5              |
| 1.2              | Основные закономерности сокристаллизации  | 12            | 2        | 2              | -             | 8              |
| 1.3              | Адсорбционные процессы в радиохимии   | 12            | 2        | 2              | -             | 8              |
| 1.4              | Коллоидообразование в радиохимии  | 10            | 2        | 1              | -             | 7              |
| <b>2</b>         | <b>Раздел 2. Особенности использования изотопного обмена, электрохимии, хроматографии и экстракции в радиохимии</b>   | <b>44</b>     | <b>6</b> | <b>6</b>       | <b>-</b>      | <b>32</b>      |
| 2.1              | Роль изотопного обмена в радиохимии   | 6             | 1        | 1              | -             | 4              |
| 2.2              | Электрохимические особенности в радиохимии  | 20            | 2        | 2              | -             | 16             |
| 2.3              | Хроматография и экстракция в радиохимии   | 18            | 3        | 3              | -             | 12             |

|                  |   |            |           |           |           |            |
|------------------|---|------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 3                | <b>Раздел 3. Основы метода «меченых» атомов и применение радионуклидов в исследованиях.</b> | <b>23</b>  | <b>3</b>  | <b>4</b>  | <b>-</b>  | <b>16</b>  |
|                  | <b>Всего в 5 семестре</b>   | <b>108</b> | 16        | 16        |           | 76         |
|                  | Форма контроля – Зачет с оценкой  |            |           |           |           |            |
|                  | <b>Итого:</b>   | <b>108</b> | 16        | 16        |           | 76         |
| <b>6 семестр</b> |   |            |           |           |           |            |
| 6.               | <b>Раздел 4. Лабораторный практикум</b>   | <b>216</b> | <b>-</b>  | <b>-</b>  | <b>96</b> | <b>120</b> |
|                  | <b>Всего в 6 семестре</b>   | <b>216</b> |           |           | <b>96</b> | <b>120</b> |
|                  | Форма контроля - Зачет  |            |           |           |           |            |
|                  | <b>ИТОГО</b>  | <b>324</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>96</b> | <b>160</b> |

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

**Раздел 1. Введение. Особенности поведения радионуклидов в растворах больших разведений в процессах сокристаллизации, адсорбции и коллоидообразования**

### **1.1 Поведение радионуклидов в растворах больших разведений**

Поведение радионуклидов в растворах больших разведений. Классификация процессов соосаждения. Изотопные, специфические и неспецифические носители и области их применения.

### **1.2 Основные закономерности сокристаллизации**

Изоморфная и изодиморфная сокристаллизация. Основные закономерности сокристаллизации. Распределение микрокомпонента между фазами. Константа Хлопина. Коэффициент кристаллизации D. Линейный и логарифмический законы распределения, условия сокристаллизации. Факторы, влияющие на коэффициент кристаллизации. Образование смешанных кристаллов Гримма. Понятие об аномально смешанных кристаллах.

### **1.3 Адсорбционные процессы в радиохимии**

Адсорбция на ионных кристаллах. Первичная обменная адсорбция. Первичная потенциалобразующая адсорбция и вторичная обменная адсорбция. Их закономерности. Уравнение Ратнера и следствия из него. Адсорбция на стекле и бумажных фильтрах. Значение адсорбционных явлений в радиохимии. Применение неспецифических носителей. Экспериментальные методы разграничения различных механизмов соосаждения.

### **1.4 Коллоидообразование в радиохимии.**

Истинные и псевдоколлоиды. Условия их образования, свойства и методы исследования: диализ, ультрафильтрация, центрифугирование, диффузия, радиография и др.

**Раздел 2. Особенности использования изотопного обмена, электрохимии, хроматографии и экстракции в радиохимии**

### **2.1 Роль изотопного обмена в радиохимии**

Изотопный обмен. Механизм и кинетика изотопного обмена. Идеальный изотопный обмен и его закономерности. Роль изотопного обмена в радиохимии.

### **2.2 Электрохимические особенности в радиохимии**

Электрохимические методы выделения радионуклидов. Критический потенциал выделения и методы его определения. Применимость уравнения Нернста в растворах больших разведений. Теория Гайсинского. Использование электрохимических методов в радиохимии.

### 2.3 Хроматография и экстракция в радиохимии

Классификация хроматографических процессов по механизмам. Адсорбционная хроматография радиоактивных веществ. Ионообменная хроматография. Классификация ионитов и их основные физико-химические свойства: обменная емкость, механическая прочность, химическая и радиационная устойчивость, набухаемость и др. Кинетика ионного обмена. Определение полной обменной емкости радиохимическим методом. Равновесие при ионном обмене. Селективность ионитов. Изотермы сорбции и хроматографические зоны. Элюэнтный метод ионообменной хроматографии, его закономерности. Вытеснительный метод. Применение ионообменной хроматографии в радиохимии.

Экстракция, основные понятия и определения. Изотерма экстракции и закон Бертло-Нернста. «Физическое» распределение. Классификация систем с химическим взаимодействием. Экстракция нейтральными органическими веществами. Образование координационных соединений (сольватов). Константа экстрагирования. Определение состава экстрагируемых соединений. Гидратно-сольватный механизм. Экстракция органическими основаниями и их солями. Константы экстрагирования: извлечение кислот, анионный обмен, экстракция металлов. Влияние высаливателей. Экстракция органическими кислотами и их солями. Типы экстрагентов. Реакция экстрагирования, рН полувыделения. Применение экстракции в радиохимии. Распределительная хроматография. Методы закрепления фазы. Достоинства и недостатки.

### Раздел 3. Основы метода «меченых» атомов и применение радионуклидов в исследованиях

Общие положения метода «меченых» атомов. Применение радионуклидов в качестве «меченых» атомов. Выбор изотопов, их радиохимическая чистота, расчет необходимой активности. Синтез меченых соединений.

Радиоаналитические методы: радиоактивационный анализ, изотопное разведение, радиометрическая корректировка, радиометрическое титрование. Их достоинства и недостатки. Применение субстехиометрического выделения.

Применение радионуклидов в физико-химических исследованиях.

### Раздел 4. Лабораторный практикум

Лабораторный практикум служит для закрепления знаний, полученных при изучении разделов 1-3 дисциплины.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:   | Раздел |   |   |   |
|---|--|--------|---|---|---|
|   |  | 1      | 2 | 3 | 4 |
|   | <b>Знать:</b>  |        |   |   |   |
| 1 | - особенности поведения радионуклидов в растворах больших разведений, изотопные, специфические и неспецифические носители и область их применения                          | +      |   |   | + |
| 2 | - особенности и закономерности распределения радиоактивных изотопов между фазами в процессах соосаждения, адсорбции, ионного и изотопного обмена, электрохимии, экстракции | +      | + | + | + |
| 3 | - особенности реакций изотопного обмена и возможность образования радиоколлоидов   | +      | + |   |   |

|  |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|
| 4  | - принципы синтеза меченых соединений и применения радиоактивных изотопов в физико-химических и радиоаналитических исследованиях  |   |   | + | + |
| 5  | - правила работы с открытыми радиоактивными источниками в радиохимической лаборатории 3 класса  |   |   | + | + |
|  | <b>Уметь:</b>   |   |   |   |   |
| 6  | - рассчитывать коэффициенты распределения при сокристаллизации, ионном обмене или жидкостной экстракции и характеристики процессов ионного обмена   | + | + |   | + |
| 7  | - предотвращать адсорбцию радионуклидов на поверхности посуды и фильтров  | + |   |   |   |
| 8  | - использовать метод радиоактивных индикаторов, уметь поставить задачу и провести расчеты необходимой активности для решения задач естественных наук  |   |   | + | + |
| 9  | - правильно выбирать детектор излучения, проводить радиометрические измерения и надлежащим образом обрабатывать экспериментальные данные  |   |   |   | + |
|  | <b>Владеть:</b>   |   |   |   |   |
| 10   | - методами выделения и разделения радионуклидов   | + | + | + | + |
| 11   | - методом радиоактивных индикаторов для решения радиоаналитических задач  |   |   | + | + |
| 12   | - методами безопасного проведения работ с радионуклидами в открытом виде в лаборатории 3 класса   | + | + | + | + |
| <b>В результате освоения дисциплины обучающийся должен приобрести следующие компетенции:</b> |   |   |   |   |   |
|  | <b>Общекультурные компетенции</b>   |   |   |   |   |
| 13   | - способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-4)  | + | + | + | + |
| 14   | - понимание роли охраны окружающей среды и рационального природопользования и для развития и сохранения цивилизации (ОК-13)   | + | + | + | + |
|  | <b>Общепрофессиональные компетенции</b>   |   |   |   |   |
| 15   | - способность профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование и проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2); |   |   | + | + |
|  | <b>Профессиональные компетенции</b>   |   |   |   |   |
| 16   | - способность обеспечить безопасное проведение работы с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения (ПК-7);           | + | + | + | + |

|    |   |  |  |   |   |
|----|---|--|--|---|---|
| 17 | - способность самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10). |  |  | + | + |
|----|---|--|--|---|---|

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1 Практические занятия.

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине

Практические занятия для обучающихся предусмотрены в 5 семестре в объеме 16 акад. ч. (по 6 акад.ч. в разделах 1 и 2 и 4 акад.ч. в разделе 3)

| № п/п | № раздела       | Темы практических занятий  | Часы     |
|-------|-----------------|--|----------|
|       | <b>Раздел 1</b> |  | <b>6</b> |
| 1     | 1.2             | Распределение микрокомпонента между фазами. Константа Хлопина. Коэффициент кристаллизации D. Линейный и логарифмический законы сокристаллизации, условия сокристаллизации. Факторы, влияющие на коэффициент кристаллизации | 2        |
| 2     | 1.3             | Первичная обменная адсорбция. Первичная потенциалобразующая адсорбция и вторичная обменная адсорбция.  | 2        |
| 3     | 1.4             | Диализ, ультрафильтрация, центрифугирование  | 2        |
|       | <b>Раздел 2</b> |  | <b>6</b> |
| 4     | 2.1             | Идеальный изотопный обмен и его закономерности, константа равновесия.  | 1        |
| 5     | 2.2             | Применимость уравнения Нернста в растворах больших разведений  | 2        |
| 6     | 2.3             | Определение полной обменной емкости радиохимическим методом  | 2        |
| 7     | 2.3             | Определение состава экстрагируемых соединений методом сдвига равновесия.   | 1        |
|       | <b>Раздел 3</b> |  | <b>4</b> |
| 8     | 3               | Расчет необходимой активности для метода меченых атомов. Радиоаналитические методы: радиоактивационный анализ, изотопное разведение, радиометрическая корректировка, радиометрическое титрование.                          | 4        |

### 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Радиохимия» выполняется в 6 семестре и занимает 96 акад. ч. Лабораторные работы охватывают 1-3 разделы дисциплины. В практикум входит 10 работ, примерно по 6 ч на каждую работу. В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ, их число может быть уменьшено. Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого



в дисциплине «Радиохимия», а также дает знания о количественном и качественном радиохимическом анализе.

Максимальная оценка за выполнение лабораторного практикума составляет 100 баллов.

#### Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

| № п/п              | № раздела дисциплины | Примерные темы лабораторных работ  | Часы      |
|--------------------|----------------------|--|-----------|
| 1                  | 1, 3                 | Техника работы с радиоактивными веществами. Определение удельной активности растворов радиоактивных изотопов   | 12        |
| 2                  | 1                    | Выделение и идентификация $^{234}\text{Th}$ по его периоду полураспада   | 6         |
| 3                  | 1                    | Идентификация радионуклидов методом подтверждения энергии $\beta$ -распада                                     | 12        |
| 4                  | 1, 3                 | Определение концентрации раствора методом радиометрической корректировки                                       | 12        |
| 5                  | 1, 3                 | Определение концентрации стронция методом радиометрического титрования   | 6         |
| 6                  | 1, 3                 | Метод изотопного разбавления (субстехиометрический вариант)  | 12        |
| 7                  | 2                    | Определение величины полной обменной ёмкости ионообменных смол и константы Никольского радиохимическим методом | 12        |
| 8                  | 2                    | Разделение стронция-90 и иттрия-90 экстракцией 8-оксихинолином в хлороформе                                    | 6         |
| 9                  | 3                    | Определение растворимости малорастворимых веществ с использованием метода радиоактивных индикаторов            | 12        |
| 10                 | 1                    | Исследование соосаждения радионуклидов на неспецифических носителях  | 6         |
| <b>Итого часов</b> |                      |  | <b>96</b> |

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Радиохимия» предусмотрена самостоятельная работа обучающихся в специалитете в объеме 76 ч в 5 семестре и 120 ч в 6 семестре. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;

- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу дисциплины;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой (5 семестр) и лабораторного практикума (6 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал,

законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1 Примерная тематика реферативно-аналитической работы.**

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

### **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля успеваемости в 5 семестре предусмотрены 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 60 баллов, по 20 баллов за каждую работу.

Текущий контроль успеваемости в 6 семестре осуществляется по результатам выполнения и защиты лабораторных работ. Максимальная оценка за лабораторные работы составляет 100 баллов.

### **Примеры вопросов к контрольным работам (5 семестр)**

#### **Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1**

##### **Перечень вопросов**

1. Что такое радиохимия. Перечислить и кратко описать 4 раздела радиохимии.
2. Отличие радиохимии от радиационной химии.
3. Три особенности радиохимии из которых вытекает необходимость работы с малыми концентрациями радионуклидов.
4. Перечислить сложности, возникающие при работе с микроконцентрациями радионуклидов.
5. Что такое соосаждение радиоактивных элементов? Механизмы процесса соосаждения.
6. Перечислить и дать характеристику трем видам носителей (что это такое, области применения, недостатки).
7. Что такое сокристаллизация? Перечислить четыре вида сокристаллизации и их особенности.
8. Подробно описать изоморфную сокристаллизацию (что такое изоморфные вещества, для чего используется изоморфная сокристаллизация, граница смешиваемости, величина  $D$  (коэффициента кристаллизации) для изоморфных веществ).
9. Подробно описать изодиморфную сокристаллизацию (граница смешиваемости).
10. Подробно описать образование кристаллов Гримма (граница смешиваемости).
11. Подробно описать аномально-смешанные кристаллы (для чего используются, граница смешиваемости).
12. Закон распределение вещества между двумя несмешивающимися фазами. Условия справедливости закона распределения. Для каких фаз справедлив данный закон.
13. Описать пути достижения равновесия по Хлопину с графиком достижения равновесия. Для каких фаз было подтверждено действие закона распределения.
14. Вывод уравнения Хлопина.
15. Вывод линейного закона распределения (Гендерсона – Кречека).
16. Вывод логарифмического закона распределения (Дёрнера-Госкинса).
17. Вывод уравнения первичной обменной адсорбции.

18. Вывод уравнения первичной обменной адсорбции с использованием величины  $\Gamma$  (число грамм-ионов компонента на единицу поверхности осадка) и связь его с уравнением Генри.
19. Классификация процессов адсорбции на полярных кристаллах А.П. Ратнера. Первичная обменная адсорбция (определение, особенности, какие ионы могут участвовать). Как обозначается и чему равен коэффициент адсорбции.
20. Первичная потенциалобразующая адсорбция (причины возникновения, сущность, уравнение Нернста).
21. Вторичная обменная адсорбция. Два качественных положения А.П. Ратнера для количественного описания вторичной обменной адсорбции.
22. Проанализировать различные факторы, влияющие на величину вторичной обменной адсорбции (коэффициент адсорбции).
23. Адсорбция на стекле и бумажных фильтрах (механизм возникновения и меры борьбы).
24. Методы разграничения различных механизмов соосаждения (сокристаллизации и адсорбции, различных механизмов адсорбции).
25. Истинные и псевдоколлоиды (размеры, причины образования).
26. Свойства радиоколлоидов, используемые для изучения их образования в растворах.
27. Изучение диализа (устройство ячейки, принцип действия, уравнение определения процента коллоидообразования).
28. Метод ультрафильтрации и центрифугирования (принцип действия, уравнения определения процента коллоидообразования).
29. Аэрозоли (определение, размеры, естественные и искусственные радиоаэрозоли).
30. Меры борьбы с образованием аэрозолей в лаборатории радиохимии.

### **Пример контрольной работы № 1**

Контрольная работа № 1 включает в себя 3 вопроса. Максимальная оценка за работу составляет 20 баллов: по 6 баллов за вопросы 1 и 3, 8 баллов за вопрос 2.

#### **Контрольная работа № 1**

##### ***Вариант 1***

1. Что такое радиохимия. Перечислить и кратко описать 4 раздела радиохимии.
2. Закон распределение вещества между двумя несмешивающимися фазами. Условия справедливости закона распределения. Для каких фаз справедлив данный закон.
3. Истинные и псевдоколлоиды (размеры, причины образования).

### **Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2**

#### **Перечень вопросов**

1. Что такое изотопный обмен. Уравнение изотопного обмена.
2. Основные закономерности изотопного обмена в идеальной закрытой системе при постоянных температуре и давлении.
3. Уравнение К (константы) изотопного обмена. Значение К при идеальном изотопном обмене.
4. Механизмы гомогенного изотопного обмена. Роль изотопного обмена в радиохимии.
5. Значение электрохимических явлений в радиохимии.
6. Трудности при работе с радиоактивными веществами в электрохимии.
7. Полное и сокращенное уравнение Нернста. При каких условиях получается сокращенное уравнение.
8. Какие вопросы возникают в радиохимии с использованием сокращенного уравнения Нернста.
9. Определения электродного потенциала в макросистемах. Статический метод.
10. Определения электродного потенциала в макросистемах. Динамический метод.

11. Почему «классические» методы определения электродного потенциала для макроконцентраций не пригодны для работы с радиоактивными веществами (статического и динамического).
12. Описать график в координатах потенциал - изменение радиоактивности электрода в единицу времени (для микро- и макроконцентраций).
13. Экспериментальный метод определения  $E_{кр}$  Г.Хевеши и Ф.Панета (описание эксп-та, рисунок, недостатки, точность).
14. Экспериментальный метод определения  $E_{кр}$  Ф.Жолио-Кюри (описание эксперимента, рисунок, недостатки, точность).
15. Экспериментальный метод определения  $E_{кр}$  Д.М. Зива и Г.С. Синицыной (описание эксп-та, рисунок, недостатки, точность).
16. В процессе электроосаждения из каких энергетических эффектов складывается изменение свободной энергии. И что явилось основой для теории Гайсинского.
17. Три случая электроосаждения микроколичеств металлов в теории Гайсинского.
18. Бестоковое выделение радиоактивных элементов.
19. Электролиз как метод выделение радиоактивных элементов.
20. Электромиграции как метод разделения радиоактивных элементов.
21. Определение величины заряда иона по коэффициенту диффузии.
22. Использование процессов электроосаждения для исследования химических свойств радиоактивных элементов.
23. Что такое хроматографические методы. Классификация хроматографических процессов.
24. Распределительная хроматография.
25. Адсорбционная и осадительная хроматография.
26. Уравнение ионообменной хроматографии. Классификация ионитов. Маркировка.
27. Синтез ионита. На что влияет количество дивинилбензола?
28. Физико-химические характеристики и свойства ионитов
29. Как определяют полную обменную емкость (ПОЕ) смолы?
30. Вывод уравнения для определения ПОЕ (с обозначениями всех величин).
31. Вывод уравнения Никольского (с обозначением всех величин). Физический смысл константы Никольского.
32. Стадии кинетики ионного обмена.
33. График изотермы сорбции. Особенности для радиохимии применения ионного обмена.
34. Фронтальный метод колоночной хроматографии
35. Проявительный (элюентный) метод колоночной хроматографии
36. Вытеснительный метод колоночной хроматографии.
37. Бумажная хроматография.
38. Тонкослойная хроматография.
39. Закономерности хроматографии с иллюстрациями и факторы влияния на эти закономерности.
40. Практическое применение хроматографии в радиохимии и преимущества перед осадительными методами.
41. Что такое экстракция. Достоинства метода.
42. Основные понятия и определения в экстракции.
43. Основные количественные характеристики экстракции.
44. Закон Берглю-Нернста (вывод уравнения, для каких систем применяется).
45. Изотермы экстракции.
46. Экстракция нейтральными органическими веществами.
47. Экстракция трибутилфосфатом.
48. Физико-химические свойства трибутилфосфата как экстрагента.
49. Влияние различных факторов на экстракцию трибутилфосфатом.

50. Влияние высаливателей (что это такое, на какой параметр влияет высаливатель, уравнение для доказательства влияния).
51. Определение сольватного числа  $q$  методом сдвига равновесия.
52. Экстракция органическими основаниями (взаимодействие с кислотой,  $K$ ). Основные экстрагенты и последовательность роста их силы.
53. Экстракция органическими основаниями. Анионный обмен и экстракция металлов (уравнение,  $K$ ).
54. Типы органических кислот, участвующих в реакции.  $pH_{0,5}$
55. Экстракция органическими кислотами (уравнение,  $K$ ).

### **Пример контрольной работы № 2**

Контрольная работа № 2 включает в себя 3 вопроса. Максимальная оценка за работу составляет 20 баллов: по 6 баллов за вопросы 1 и 3, 8 баллов за вопрос 2.

### **Контрольная работа № 2**

#### ***Вариант 1***

1. Значение электрохимических явлений в радиохимии.
2. Что такое хроматографические методы. Классификация хроматографических процессов.
3. Определение сольватного числа  $q$  методом сдвига равновесия.

### **Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3.**

#### **Перечень вопросов**

1. Первое применение радиоактивных индикаторов.
2. Создание метода меченых атомов.
3. Что такое метка. Достоинства метода меченых атомов.
4. Принцип действия метода меченых атомов. Удельная активность.
5. Общие положения метода «меченых» атомов.
6. Выбор изотопов, их радиохимическая чистота.
7. Расчет необходимой активности изотопов для эксперимента.
8. Особенности синтеза меченых соединений.
9. Примеры применения метода меченых соединений.
10. Изучение характера распределения веществ и путей их перемещения.
11. Исследование строения, равноценности связей в химических соединениях и выяснение механизмов различных процессов.
12. Исследование механизмов химических реакций.
13. Кинетический изотопный эффект Неймана.
14. Исследование процессов диффузии и самодиффузии
15. Исследование фазовых гетерогенных равновесий.
16. Применение изотопов для изучения гетерогенного катализа.
17. Исследование химических равновесий.
18. Классификация радиоаналитических методов.
19. Метод изотопного разбавления (принципы метода, основное уравнение для расчета со всеми обозначениями).
20. Метод изотопного разбавления (вывод уравнения).
21. Субстехиометрический вариант метода изотопного разбавления (преимущества, особенности, уравнение).
22. Метод радиометрической корректировки (сущность, уравнения, преимущества).
23. Представить принципиальное отличие методов радиометрической корректировки и изотопного разбавления.
24. Радиометрическое титрование (с графиками).

25. Общие принципы радиоактивационного анализа. Достоинства и недостатки по сравнению с другими аналитическими методами.
26. Радиоактивационный анализ (абсолютный метод, уравнение с обозначениями, недостатки и преимущества).
27. Радиоактивационный анализ (относительный метод, уравнение с обозначениями, недостатки и преимущества).
28. Определение продуктов анализа для гамма – и бетаизлучателей.
29. Применение радиоактивационного анализа.
30. Основные понятия радиационной безопасности (открытые источники, поглощенная и эквивалентная дозы, внутреннее и внешнее облучение, предельно допустимая доза и предел годового поступления, допустимые концентрации).
31. Минимально значимая активность радионуклидов, группы радиационной опасности, классы лабораторий.
32. Оборудование лаборатории III класса.
33. Организация работы с радиоактивными изотопами: получение, учёт и хранение.
34. Правила личной гигиены при работе в радиохимической лаборатории III класса.
35. Правила радиационной безопасности, направленные на уменьшение радиоактивного загрязнения воздуха.
36. Правила радиационной безопасности, предотвращающие возможность выноса радиоактивных веществ за пределы лаборатории.
37. Меры по ликвидации аварийных загрязнений при работе с радиоактивными веществами.

### **Пример контрольной работы № 3**

Контрольная работа № 3 включает в себя 3 вопроса. Максимальная оценка за работу составляет 20 баллов: по 6 баллов за вопросы 1 и 3, 8 баллов за вопрос 2.

#### **Контрольная работа № 3, Вариант 1**

1. Принцип действия метода меченых атомов. Удельная активность.
2. Метод изотопного разбавления (принципы метода, основное уравнение для расчета со всеми обозначениями).
3. Меры по ликвидации аварийных загрязнений при работе с радиоактивными веществами.

#### **Примеры вопросов к лабораторным работам (6 семестр)**

1. История открытие полония, радия, тория, актиния, радона.
2. Применение радиоактивных индикаторов.
3. Принцип действия метода меченых атомов. Удельная активность.
4. Общие положения метода «меченых» атомов.
5. Бестоковое выделение радиоактивных элементов.
6. Электролиз как метод выделение радиоактивных элементов.
7. Электромиграция как метод разделения радиоактивных элементов.
8. Определение величины заряда иона по коэффициенту диффузии.
9. Использование процессов электроосаждения для исследования химических свойств радиоактивных элементов.
10. Способы проведения экстракции.
11. Экстракция эфирами и кетонами.
12. Экстракция фосфорорганическими экстрагентами.
13. Применение экстракции аминами для переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ).
14. Реэкстракция металлов из аминных экстрактов.
15. Экстракция хелатообразующими реагентами.
16. Изучение характера распределения веществ и путей их перемещения.

17. Исследование строения, равноценности связей в химических соединениях и выяснение механизмов различных процессов.
18. Синтез ионита. На что влияет количество дивинилбензола?
19. Физико-химические характеристики и свойства ионитов
20. Как определяют полную обменную емкость (ПОЕ) смолы?
21. Вывод уравнения Никольского (с обозначением всех величин). Физический смысл константы Никольского.
22. Стадии кинетики ионного обмена.
23. Основные понятия и определения в экстракции.
24. Основные количественные характеристики экстракции
25. Исследование строения, равноценности связей в химических соединениях и выяснение механизмов различных процессов.
38. Классификация радиоаналитических методов.
39. Метод изотопного разбавления (принципы метода, основное уравнение для расчета со всеми обозначениями).
40. Субстехиометрический вариант метода изотопного разбавления (преимущества, особенности, уравнение).
41. Метод радиометрической корректировки (сущность, уравнения, преимущества).
42. Принципиальное отличие методов радиометрической корректировки и изотопного разбавления.
26. Радиометрическое титрование
27. Общие принципы радиоактивационного анализа. Достоинства и недостатки по сравнению с другими аналитическими методами.
28. Определение продуктов анализа для гамма- и бета-излучателей.
29. Основные понятия радиационной безопасности (открытые источники, поглощенная и эквивалентная дозы, внутреннее и внешнее облучение, предельно допустимая доза и предел годового поступления, допустимые концентрации).
30. Минимально значимая активность радионуклидов, группы радиационной опасности, классы лабораторий.
31. Оборудование лаборатории III класса.
32. Организация работы с радиоактивными изотопами: получение, учёт и хранение.
33. Правила личной гигиены при работе в радиохимической лаборатории III класса.
34. Правила радиационной безопасности, направленные на уменьшение радиоактивного загрязнения воздуха.
35. Правила радиационной безопасности, предотвращающие возможность выноса радиоактивных веществ за пределы лаборатории.

### **8.3 Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (5-й семестр, зачет с оценкой)**

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов. Билет содержит 2 вопроса, каждый из которых оценивается в 20 баллов.

#### **Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины**

1. Что такое радиохимия. Перечислить и кратко описать 4 раздела радиохимии.
2. Отличие радиохимии от радиационной химии.
3. Три особенности радиохимии, из которых вытекает необходимость работы с малыми концентрациями радионуклидов.
4. Перечислить сложности, возникающие при работе с микроконцентрациями радионуклидов.
5. Что такое соосаждение радиоактивных элементов? Механизмы процесса соосаждения.

6. Перечислить и дать характеристику трем видам носителей (что это такое, области применения, недостатки).
7. Что такое сокристаллизация? Перечислить четыре вида сокристаллизации и их особенности.
8. Подробно описать изоморфную сокристаллизацию (что такое изоморфные вещества, для чего используется изоморфная сокристаллизация, граница смешиваемости, величина  $D$  (коэффициента кристаллизации) для изоморфных веществ).
9. Подробно описать изодиморфную сокристаллизацию (граница смешиваемости).
10. Подробно описать образование кристаллов Гримма (граница смешиваемости).
11. Подробно описать аномально-смешанные кристаллы (для чего используются, граница смешиваемости).
12. Закон распределение вещества между двумя несмешивающимися фазами. Условия справедливости закона распределения. Для каких фаз справедлив данный закон.
13. Описать пути достижения равновесия по Хлопину с графиком достижения равновесия. Для каких фаз было подтверждено действие закона распределения.
14. Вывод уравнения Хлопина.
15. Вывод линейного закона распределения (Гендерсона – Кречека).
16. Вывод логарифмического закона распределения (Дёрнера-Госкинса).
17. Вывод уравнения первичной обменной адсорбции.
18. Вывод уравнения первичной обменной адсорбции с использованием величины  $\Gamma$  (число грамм-ионов компонента на единицу поверхности осадка) и связь его с уравнением Генри.
19. Классификация процессов адсорбции на полярных кристаллах А.П. Ратнера. Первичная обменная адсорбция (определение, особенности, какие ионы могут участвовать). Как обозначается и чему равен коэффициент адсорбции.
20. Первичная потенциалобразующая адсорбция (причины возникновения, сущность, уравнение Нернста).
21. Вторичная обменная адсорбция. Два качественных положения А.П. Ратнера для количественного описания вторичной обменной адсорбции.
22. Проанализировать различные факторы, влияющие на величину вторичной обменной адсорбции (коэффициент адсорбции).
23. Адсорбция на стекле и бумажных фильтрах (механизм возникновения и меры борьбы).
24. Методы разграничения различных механизмов соосаждения (сокристаллизации и адсорбции, различных механизмов адсорбции).
25. Истинные и псевдоколлоиды (размеры, причины образования). Свойства радиоколлоидов, используемые для изучения их образования в растворах.
26. Изучение диализа (устройство ячейки, принцип действия, уравнение определения процента коллоидообразования).
27. Метод ультрафильтрации и центрифугирования (принцип действия, уравнения определения процента коллоидообразования).
28. Аэрозоли (определение, размеры, естественные и искусственные радиоаэрозоли). Меры борьбы с образованием аэрозолей в лаборатории радиохимии.
29. Что такое изотопный обмен. Уравнение изотопного обмена.
30. Основные закономерности изотопного обмена в идеальной закрытой системе при постоянных температуре и давлении.
31. Уравнение  $K$  (константы) изотопного обмена. Значение  $K$  при идеальном изотопном обмене.
32. Механизмы гомогенного изотопного обмена. Роль изотопного обмена в радиохимии.
33. Значение электрохимических явлений в радиохимии.
34. Трудности при работе с радиоактивными веществами в электрохимии.



35. Полное и сокращенное уравнение Нернста. При каких условиях получается сокращенное уравнение.
36. Какие вопросы возникают в радиохимии с использованием сокращенного уравнения Нернста.
37. Определения электродного потенциала в мАкросистемах. Статический метод.
38. Определения электродного потенциала в мАкросистемах. Динамический метод.
39. Почему «классические» методы определения электродного потенциала для макроконцентраций не пригодны для работы с радиоактивными веществами (статического и динамического).
40. Описать график в координатах потенциал - изменение радиоактивности электрода в единицу времени ( для микро- и макроконцентраций).
41. Экспериментальный метод определения  $E_{кр}$  Г.Хевеши и Ф.Панета (описание эксп-та, рисунок, недостатки, точность).
42. Экспериментальный метод определения  $E_{кр}$  Ф.Жолио-Кюри (описание эксперимента, рисунок, недостатки, точность).
43. Экспериментальный метод определения  $E_{кр}$  Д.М. Зива и Г.С. Сеницыной (описание эксперимента, рисунок, недостатки, точность).
44. В процессе электроосаждения  $Me_{(гидрат)}^{z+} + ze^{-} \leftrightarrow Me_{тв}$  из каких энергетических эффектов складывается изменение свободной энергии. И что явилось основой для теории Гайсинского.
45. Три случая электроосаждения микроколичеств металлов в теории Гайсинского.
46. Бестоковое выделение радиоактивных элементов.
47. Электролиз как метод выделения радиоактивных элементов.
48. Электромиграции как метод разделения радиоактивных элементов.
49. Определение величины заряда иона по коэффициенту диффузии.
50. Использование процессов электроосаждения для исследования химических свойств радиоактивных элементов.
51. Что такое хроматографические методы. Классификация хроматографических процессов.
52. Распределительная хроматография.
53. Адсорбционная и осадительная хроматография.
54. Уравнение ионообменной хроматографии. Классификация ионитов.
- Маркировка.
55. Синтез ионита. На что влияет количество дивинилбензола?
56. Физико-химические характеристики и свойства ионитов
57. Как определяют ПОЕ смолы?
58. Вывод уравнения для определения ПОЕ (с обозначениями всех величин).
59. Вывод уравнения Никольского (с обозначением всех величин). Физический смысл константы Никольского.
60. Стадии кинетики ионного обмена.
61. График изотермы сорбции. Особенности для радиохимии применения ионного обмена.
62. Фронтальный метод колоночной хроматографии
63. Проявительный (элюентный) метод колоночной хроматографии
64. Вытеснительный метод колоночной хроматографии.
65. Бумажная хроматография.
66. Тонкослойная хроматография.
67. Закономерности хроматографии с иллюстрациями и факторы влияния на эти закономерности.

68. Практическое применение хроматографии в радиохимии и преимущества перед осадительными методами.
69. Что такое экстракция. Достоинства метода.
70. Основные понятия и определения в экстракции.
71. Основные количественные характеристики экстракции.
72. Закон Берглю-Нернста (вывод уравнения, для каких систем применяется)
73. Изотермы экстракции.
74. Экстракция нейтральными органическими веществами.
75. Экстракция трибутилфосфатом.
76. Физико-химические свойства трибутилфосфата как экстрагента.
77. Влияние различных факторов на экстракцию трибутилфосфатом.
78. Влияние высаливателей (что это такое, на какой параметр влияет высаливатель, уравнение для доказательства влияния).
79. Определение сольватного числа  $q$  методом сдвига равновесия.
80. Экстракция органическими основаниями (взаимодействие с кислотой,  $K$ ). Основные экстрагенты и последовательность роста их силы.
81. Экстракция органическими основаниями. Анионный обмен и экстракция металлов (уравнение,  $K$ ).
82. Типы органических кислот, участвующих в реакции.  $pH_{0,5}$
83. Экстракция органическими кислотами (уравнение,  $K$ ).
84. Первое применение радиоактивных индикаторов.
85. Создание метода меченых атомов.
86. Что такое метка. Достоинства метода меченых атомов.
87. Принцип действия метода меченых атомов. Удельная активность.
88. Общие положения метода «меченых» атомов.
89. Выбор изотопов, их радиохимическая чистота.
90. Расчет необходимой активности изотопов для эксперимента.
91. Особенности синтеза меченых соединений.
92. Примеры применения метода меченых соединений.
93. Изучение характера распределения веществ и путей их перемещения.
94. Исследование строения, равноценности связей в химических соединениях и выяснение механизмов различных процессов.
95. Исследование механизмов химических реакций
96. Кинетический изотопный эффект Неймана.
97. Исследование процессов диффузии и самодиффузии
98. Исследование фазовых гетерогенных равновесий
99. Применение изотопов для изучения гетерогенного катализа
100. Исследование химических равновесий.
101. Классификация радиоаналитических методов.
102. Метод изотопного разбавления (принципы метода, основное уравнение для расчета со всеми обозначениями).
103. Метод изотопного разбавления (вывод уравнения).
104. Субстехиометрический вариант метода изотопного разбавления (преимущества, особенности, уравнение).
105. Метод радиометрической корректировки (сущность, уравнения, преимущества).
106. Представить принципиальное отличие методов радиометрической корректировки и изотопного разбавления.
107. Радиометрическое титрование (с графиками).
108. Общие принципы радиоактивного анализа. Достоинства и недостатки по сравнению с другими аналитическими методами.

109. Радиоактивационный анализ (относительный метод, уравнение с обозначениями, недостатки и преимущества).

110. Определение продуктов анализа для гамма – и бетаизлучателей.

111. Применение радиоактивационного анализа.

112. Основные понятия радиационной безопасности (открытые источники, поглощенная и эквивалентная дозы, внутреннее и внешнее облучение, предельно допустимая доза и предел годового поступления, допустимые концентрации).

113. Минимально значимая активность радионуклидов, группы радиационной опасности, классы лабораторий.

114. Оборудование лаборатории III класса.

115. Организация работы с радиоактивными изотопами: получение, учёт и хранение.

116. Правила личной гигиены при работе в радиохимической лаборатории III класса.

117. Правила радиационной безопасности, направленные на уменьшение радиоактивного загрязнения воздуха.

118. Правила радиационной безопасности, предотвращающие возможность выноса радиоактивных веществ за пределы лаборатории.

119. Меры по ликвидации аварийных загрязнений при работе с радиоактивными веществами.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### 8.4 Структура и примеры билетов для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по дисциплине «Радиохимия» проводится в 5 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет состоит из 2 вопросов. Ответы на вопросы билета оцениваются из максимальной оценки 40 баллов: максимальная оценка за каждый вопрос 20 баллов.

Пример билета для зачета с оценкой:

|  |   |
|--|---|
| «Утверждаю»<br>Зав. каф. ХВЭиРЭ  | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>  |
|  | <b>Российский химико-технологический университет<br/>им. Д.И. Менделеева</b>  |
| Э.П.Магомедбеков<br>«__» _____ 20__ г.   | <b>Кафедра химии высоких энергий и радиозологии</b>   |
|  | <b>18.05.02 Химическая технология материалов<br/>современной энергетики<br/>Дисциплина «Радиохимия»<br/>5-й семестр</b> |
| <b>БИЛЕТ № <u>1</u></b>  |   |
| 1. Перечислить сложности, возникающие при работе с микроконцентрациями радионуклидов. Что такое соосаждение радиоактивных элементов? Механизмы процесса соосаждения. Перечислить и дать характеристику трем видам носителей (что это такое, области применения, недостатки). |   |
| 2. Правила личной гигиены при работе в радиохимической лаборатории III класса. Правила радиационной безопасности, направленные на уменьшение радиоактивного загрязнения воздуха.   |   |

#### 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 9.1 Рекомендуемая литература

### А. Основная литература:

1. Нефедов В.Д., Текстер Е.Н., Торопова М.А. Радиохимия. М.: Высшая школа. 1987. 272 с.
2. Радиохимия : лабораторный практикум: учебное пособие / Тюпина Е.А., Обручиков А.В., Очкин А.В. М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2019. 96 с.
3. Химия радионуклидов : учебное пособие / В. М. Гелис, Э. П. Магомедбеков, А. В. Очкин. М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. 143 с.

### Б. Дополнительная литература:

1. Несмеянов А..Н. Радиохимия. М. Химия. 1972. 591 с.
2. Очкин А.В., Бабаев Н.С., Магомедбеков Э.П. Введение в радиоэкологию. Учебное пособие для вузов. М.: ИздАТ, 2003 200 с.
3. А. В. Очкин, Е. А. Тюпина. Лабораторный практикум по радиохимии: учеб. пособие. М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2009. 64 с.
4. Руководство к практическим занятиям по радиохимии./ Под ред. Ан. Н. Несмеянова. М. Химия. 1980. 320 с.
5. Очкин А. В., Семенихин А. М., Тюпина Е. А.. Лабораторный практикум по радиоэкологии: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2009. 60 с.
6. Боева О.А. Применение изотопов в физико-химических исследованиях: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2013. 139 с.

## 9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы

1. Журнал «Атомная энергия». ISSN 0004-7163.
2. Журнал «Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика ядерных реакторов.» ISSN 0205-4671
3. Журнал «Вопросы атомной науки и техники. Серия: материаловедение и новые материалы». ISSN 0321-222X
4. Журнал «Вопросы радиационной безопасности». ISSN 1816-9643
5. Журнал физической химии. ISSN 0044-4537 Журнал прикладной химии. ISSN 0044-4618
6. Журнал «Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика». ISSN 0204-3327
7. Журнал «Радиационная биология. Радиоэкология». ISSN 0869-8031
8. Журнал «Радиация и риск.» ISSN 0131-3878
9. Журнал «Радиохимия». ISSN 0033-8311
10. Журнал «Сорбционные и хроматографические процессы». ISSN 1680-0613
11. Журнал «Теоретические основы химической технологии». ISSN 0040-3571
12. Журнал «Химическая промышленность сегодня». ISSN 0023-110X.
13. Журнал «Химическая технология». ISSN 1684-5811.
14. Журнал «Химия высоких энергий». ISSN 0023-1193.

## 9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации дисциплины «Радиохимия» при подготовке специалистов по специальности 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики» подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям
- инструкции по выполнению лабораторных работ;

При переходе на электронное обучение (ЭО) и дистанционные образовательные технологий (ДОТ) для реализации рабочей программы применяются: следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения дисциплины:

- электронная информационно-образовательная среда РХТУ (ЭИОС);
- сервисы по доставке e-mail сообщений;
- платформа для проведения онлайн конференций и вебинаров – Zoom (<https://zoom.us>).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 07.02.2020).

- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/94/91/6/67> (дата обращения: 07.02.2020).

- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 07.02.2020).

При освоении дисциплины обучающие должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 07.02.2020).

- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 07.02.2020).

- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 07.02.2020).

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в специалитете направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «Радиохимия» включает 4 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

Изучение материала каждого раздела в 5 семестре заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Выполнение учебного плана за 5 семестр завершается зачетом с оценкой.

Рабочая программа дисциплины «Радиохимия» предусматривает проведение в 6 семестре лабораторного практикума в объеме 96 ч. Работы выполняются в часы, выделенные учебным планом в 6 семестре. Лабораторный практикум выполняется, когда изучен материал всех разделов, входящих в дисциплину «Радиохимия».

В практикум включены 10 лабораторных работ, в ходе выполнения которых обучающиеся ознакомятся с качественным и количественным радиохимическим анализом, а также некоторыми методами применения радиоактивных изотопов в химических исследованиях. Лабораторные работы охватывают материал 1-3 разделов дисциплины. На выполнение каждой работы отводится в среднем 6 часов в зависимости от трудоемкости. Целью выполнения лабораторных работ является закрепление полученных знаний по дисциплине, расширение эрудиции и кругозора обучающегося в области радиохимии, развитие его творческого потенциала и самостоятельного мышления. В задачи подготовки к выполнению лабораторных работ входит приобретение навыков работы с информационными ресурсами, получение опыта проведения работ, обработки, анализа полученных результатов, формулирования выводов по выполненной работе, ознакомление с правилами оформления лабораторных работ. При подготовке к выполнению лабораторных работ обучающийся должен руководствоваться следующими основными принципами:

- сочетание в работе, с одной стороны, изученных в курсе «Радиохимия» теоретических положений и сведений, с другой, – результатов новейших разработок в области радиохимии;

- творческий аналитический подход к полученным в лабораторной работе результатам, исключаяющий их простое перечисление и изложение.

Работа над подготовкой в лабораторной работе ориентирована в первую очередь на самостоятельную работу обучающегося с информационными ресурсами - конспектом лекций и раздаточным материалом, научно-технической и справочной литературой, ГОСТами по определению активности, ресурсами Интернета, базами данных. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза и городских научно-технических библиотек, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета (см. п. 12 рабочей программы), материалами тематических выставок и научно-технических конференций. При оформлении лабораторных работ следует ориентироваться на требования, приведенные в ГОСТах и в Практикуме по дисциплине «Радиохимия».

#### Порядок выполнения и оформления лабораторных работ

Работы выполняются в порядке, изложенном пособии «Лабораторный практикум по радиохимии». Чтобы получить допуск к работе, обучающийся обязан ознакомиться с её описанием и оформить лабораторный журнал (пункты 1 – 5 стандартных требований). К выполнению работы обучающийся допускается только после собеседования с преподавателем. К выполнению следующей работы обучающийся допускается только после сдачи предыдущей работы. Всё необходимое оборудование, посуда, реактивы выдаются преподавателем.

Все результаты измерений заносятся в лабораторный журнал. После завершения работы в лабораторном журнале оформляется краткий отчет, включающий краткое описание работы, таблицы радиометрических измерений и расчёта погрешностей, основные расчёты с подстановкой численных величин и обсуждение результатов.

#### Стандартные требования к оформлению лабораторных работ

1. Название работы, её номер по практикуму и дата выполнения.

2. Цель работы.
3. Приборы и принадлежности.
4. Схемы распада используемых радионуклидов.
5. Краткое изложение необходимых теоретических предпосылок используемых методик.
6. Оформление экспериментальной части должно включать в себя поэтапное описание выполнения работы:
  - выполняемая операция;
  - необходимые вычисления с приведением формул, подстановкой численных величин и их размерности;
  - промежуточные и конечные результаты вычислений;
  - расчётные и экспериментальные данные;
  - графики и таблицы.
7. Расчёт погрешностей полученных результатов.
8. Краткое обсуждение полученных результатов и обоснованные выводы из проделанной лабораторной работы.

Содержание и оформление лабораторных работ оценивается в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка за выполнение всех работ лабораторного практикума составляет 100 баллов и входит в 100 баллов, отводимых на работу обучающегося в 6 семестре.

В соответствии с учебным планом, совокупная оценка текущей работы студента в 5 семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов).

Изучение материала разделов 1, 2 и 3 происходит в 5 семестре и заканчивается контролем его освоения в форме 3 контрольных работ (максимальная оценка 20 баллов за каждую контрольную работу) и зачета с оценкой (максимальная оценка – 40 баллов). Основным мероприятием итогового контроля в 5 семестре является зачет с оценкой по дисциплине, который включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Вопросы в билетах составлены на основании перечня вопросов для экзамена путем их объединения в более крупные темы.

Изучение раздела 4 проводится в 6 семестре и проводится в виде лабораторного практикума, максимальная оценка за который составляет 100 баллов, и заканчивается зачетом.

## **10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1, либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### **11.1. Для преподавателей, при реализации программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Дисциплина «Радиохимия» преподается в 5 и 6 семестрах специалитета.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что обучающиеся в специалитете имеют общую подготовку по общенаучным, инженерным дисциплинам и основным профессиональным дисциплинам профиля, в

объеме, предусмотренном учебным планом, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим, материал дисциплины должен опираться на полученные знания и быть ориентирован их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями. Обучение может быть организовано как в виде традиционных лекций, практических и лабораторных занятий, так и научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться взаимосвязь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Радиохимия», является формирование у обучающихся компетенций в области радиохимии. Преподаватель должен акцентировать внимание обучающихся на общих вопросах радиохимии. При выборе материала для занятий желательно обращаться к опыту ведущих зарубежных и отечественных научно-исследовательских центров, научно-производственных фирм и предприятий, использовать их научные, информационные и рекламные материалы и проводить их сравнительный анализ. Во вводной лекции дисциплины следует остановиться на тенденциях развития радиохимии, привести обзор современных достижений в области радиохимии, оценить конкурентоспособность радиохимических технологий. На практических занятиях следует уделить внимание разделам, указанным в п. 6.1 данной программы. При рассмотрении процессов на различных переделах технологий следует обращаться к знаниям обучающихся, полученных ими в специалитете при изучении предшествующих дисциплин.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по дисциплине является широкое использование наглядных пособий и иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Иллюстративный материал включает презентации по разделам дисциплины, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать обучающимся проработку дополнительной литературы по тематике занятия, организовав ее обсуждение на практических занятиях, формирует у обучающихся навык к самостоятельной работе с разнообразными литературными источниками. Практические занятия по радиохимии проводятся преподавателями в соответствии с п. 6.1 данной программы.

Основные задачи практических занятий:

- а) закрепить знания, полученные на лекциях;
- б) научить обучающегося применять теоретические знания к решению физических задач;
- в) привить обучающимся навыки самостоятельной работы с учебниками и учебными пособиями.

Каждое практическое занятие включает в себя проверку домашнего задания; краткое повторение теории явления, изучаемого на занятии; разбор примеров решения типичных задач; самостоятельное решение задач.

В случаях, когда тема практического занятия еще не рассматривалась на лекциях, преподаватель обязан уделить первые 10-15 минут краткому изложению теоретических основ изучаемого явления. Преподаватель должен добиваться активной работы каждого обучающегося по выполнению плана занятий, уделяя особое внимание проверке домашних заданий и самостоятельной работы.

Зачет с оценкой по дисциплине является основным мероприятием итогового контроля в 5 семестре.

Лабораторные занятия проводятся в 6 семестре.. Консультации назначаются не ранее, чем за два дня до экзамена. При проведении лабораторного практикума



преподавателю основное внимание следует уделять формированию у обучающихся умения активно использовать полученные знания по дисциплине «Радиохимия» при подготовке, проведении и защите лабораторных работ. Следует обращать внимание на необходимость точного выполнения требований к подготовке образцов, проведению экспериментов и обработке результатов для получения достоверных величин определяемых свойств.

Основные задачи проведения лабораторных занятий:

- а) привить обучающимся начальные навыки экспериментальных исследований;
- б) закрепить и углубить программный материал, полученный обучающимися на лекциях;
- в) научить обучающихся применять теоретические знания на практике;
- г) ознакомить обучающихся с устройством и применением основных физических приборов.

Чтобы быть аттестованным по лабораторному практикуму, обучающийся должен выполнить все лабораторные работы, предусмотренные учебным планом текущего семестра. Отчет о выполнении обучающимся лабораторных работ должен быть снабжен кратким теоретическим описанием (в среднем около 5 страниц), содержать основы теории и краткое описание хода работы.

В лабораторных разделах принципиально не предусмотрено автоматической обработки результатов измерений, поскольку одной из задач физического практикума является обучение обучающихся умению обрабатывать результаты измерений. На наш взгляд, не следует возражать, если обучающийся самостоятельно использует программы построения таблиц и рисования графиков (например, Microsoft Excel).

Выполнение программы обучения за 6-й семестр заканчивается зачетом.

### **11.2. Для преподавателей, при реализации программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; лабораторные работы, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; онлайн консультации по курсовому проектированию; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается) и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;

- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

## 12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2020 составляет 1 715 452 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

### Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

| № | Электронный ресурс                           | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей  | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором  |
|---|--|--|--|
| 1 | Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ» | <p>Принадлежность - сторонняя</p> <p>Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г.</p> <p>Сумма договора – 642 083-68</p> <p>Срок действия с «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Дополнительный Договор № 33.03-Р-3.1-2217/2020 от 02.03.2020 г.</p> <p>Сумма договора- 30 994-52</p> <p>Срок действия с «02» марта 2020 г. по «25» сентября 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для</p> | <p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки"-изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика»-изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент»- изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> |

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
|   |   | <p>зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br/>Сумма договора – 747 661-28<br/>Срок действия Договора с «26» сентября 2020г. по «25» сентября 2021г.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.<br/>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p> |  |
| 2 | <p>Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)</p> | <p>Принадлежность – собственная РХТУ.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a><br/>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера</p>  | <p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>  |
| 3 | <p>Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».</p>    | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 189-2647А/2019 От 09.01.2020 г.<br/>Сумма договора – 601110-00 С «01» января.2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a><br/>Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.</p>  | <p>Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД</p> |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 4 | Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ). | Принадлежность – сторонняя<br>Реквизиты договора – ФГБУ РГБ, Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br>Сумма договора - 398 840-00<br>С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a><br>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.  | В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации. |
| 5 | БД ВИНТИ РАН                                  | Принадлежность сторонняя,<br>Реквизиты договора- ВИНТИ РАН<br>Договор № 33.03-Р-3.1-2047/2019 от 25 февраля 2020 г.<br>Сумма договора - 100 000-00<br>С «25» февраля 2020 г. по «24 » февраля 2021 г.<br>Ссылка на сайт- <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a><br>Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.     | Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов  |
| 6 | Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»   | Принадлежность – сторонняя<br>Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека,<br>договор № 33.03-Р-3.1 2087/2019<br>Сумма договора – 1100017-00<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a><br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.                                    |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
| 7  | Справочно-правовая система «Консультант+»              | Принадлежность сторонняя- Договор № 174-247ЭА/2019 от 26.12.2019 г.<br>Сумма договора - 927 029-80<br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт-<br><a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a><br>Количество ключей – 50<br>пользовательских лицензий по ip-адресам.  | Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.  |
| 8  | Справочно-правовая система Гарант»                     | Принадлежность сторонняя Договор №166-235ЭА/2019 от 23.12.2019 г.<br>Сумма договора - 603 949-84<br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт –<br><a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a><br>Количество ключей – 50<br>пользовательских лицензий по ip-адресам.   | Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.   |
| 9  | Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"   | Принадлежность сторонняя- «Электронное издательство ЮРАЙТ»<br>Договор № 33.03-Р-3.1-220/2020 от 16.03.2020 г.<br>Сумма договора - 324 000-00<br>С «16» марта 2020 г.<br>по «15» марта 2021 г.<br>Ссылка на сайт –<br><a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a><br>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. | Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов. |
| 10 | Электронно-библиотечная система «Консультант студента» | Принадлежность сторонняя- ООО «Политехресурс»<br>Договор № 33.03-Р-3.1-218/2020 От «16» марта 2020 г.<br>Сумма договора-36 500-00<br>С «17» марта 2020 г.<br>по «16» марта 2021 г<br>Ссылка на сайт –<br><a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a><br>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.       | Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».  |

|    |   |   |  |
|----|---|---|--|
| 11 | Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»     | <p>Принадлежность сторонняя- ООО «ЗНАНИУМ», Договор № 4309 эбс 33.03-Р-3.1-2215/2020 от «20» марта 2020 г. Сумма договора-30 000-00</p> <p>С «20» марта 2020 г. по «19» марта 2021г<br/>Ссылка на сайт – <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a><br/>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>  | Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.                   |
| 12 | Информационно-аналитическая система Science Index | <p>Принадлежность сторонняя- ООО «Научная электронная библиотека» Договор № SIO-364/19 33.03-Р-3.1-2103/2019 от «17» февраля 2020 г. Сумма договора-90 000-00 Срок действия с «17» февраля 2020 г. по «16» февраля 2021 г. Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a><br/>Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ</p>  | Дистанционная поддержка публикационной активности преподавателей университета  |
| 13 | Издательство Wiley                                | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 694</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт – <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a><br/>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации.</p> | Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.             |
| 14 | QUESTEL ORBIT                                     | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 09.10.2020 г. № 1162 С «01» января 2020 г.</p>   | ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
|    |   | <p>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт – <a href="https://orbit.com">https://orbit.com</a><br/>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>  | <p>приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.</p>   |
| 15 | American Chemical Society   | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 637<br/>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт – <a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a><br/>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа: <a href="https://pubs.acs.org/page/remotaccess">https://pubs.acs.org/page/remotaccess</a></p>                  | <p>Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society</p>  |
| 16 | База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 10.07.2020 г. № 712<br/>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт – <a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a><br/>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ.</p>  | <p>Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза.<br/>Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.</p> |
| 17 | Ресурсы международной компании Clarivate Analytics                | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 692<br/>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт – <a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=</a></p> | <p>Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.</p>  |

|    |   |   |  |
|----|---|---|--|
|    |   | Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Удаленный доступ.   |  |
| 18 | Электронные ресурсы издательства SpringerNature           | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743<br><br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br><br>Ссылка на сайт <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a><br>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ. | - Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a><br>Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a><br>- Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group <a href="https://www.nature.com/siteindex/index.html">https://www.nature.com/siteindex/index.html</a><br>- Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols <a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a><br>- Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a><br>- Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме<br>- Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a><br>- Nano Database <a href="https://goo.gl/PdhJdo">https://goo.gl/PdhJdo</a><br>Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a> |
| 19 | База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 635<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a>  | SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива  |



|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
|    |  | Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.  | — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.  |
| 20 | Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect | Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 772 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам. Удаленный доступ.  | «Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2015-2019 гг. |
| 21 | American Institute of Physics (AIP)                        | Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 № 1188 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="http://scitation.aip.org">http://scitation.aip.org</a><br><br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.scitation.org/remote-access">https://www.scitation.org/remote-access</a> | Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP).  |
| 22 | Scopus   | Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a> .<br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Удаленный доступ.  | Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER  |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 23 | Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество) | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a><br>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access">https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access</a> | Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии. |
|----|--|--|--|

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов:

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

11. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>

Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

12. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>

В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

13. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>

База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

14. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

15. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

16. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>

Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

17. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>

ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

18. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>

PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

19. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>

Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.

20. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>

Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru) Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

### **13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Радиохимия» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторного практикума и самостоятельной работы обучающегося.

#### ***13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе***

В образовательном процессе используются:

- Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для обучающихся, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

Для проведения лабораторных работ на кафедре есть полностью оснащенная оборудованием и реактивами радиометрическая и радиохимическая лаборатории, оснащенные современными приборами.

Технологическое оборудование включает в себя:

муфельную печь, технические и аналитические весы, магнитные мешалки, сушильный шкаф, нагревательные плиты, аппараты для встряхивания, спектрофотометры, рН-метр, иономер. Для радиометрии приготовленных образцов обучающиеся используют сцинтилляционный гамма-спектрометр, а также полупроводниковые альфа, бета радиометры.

**Приборы:**

Встряхиватель лабораторный ВП-5;  
Печь муфельная ПМ-8;  
Центрифуга ОПН-16;  
Шкаф суховоздушный ШС-80-01;  
Термостат жидкостной LOIP LT-100;  
Термостат жидкостной ТЖ-ТС-01;  
Весы лабораторные ВСЛ-200;  
Дистиллятор ДЭ-10;  
Мешалка магнитная MSH-300 – 3 шт;  
Электроплитка цифровая НР-LP цифровая;  
Сигнализатор загрязненности (руки) РЗБ-05Д;  
Иономер кондуктометр Анион-4154;  
Спектрофотометр UNICO-1200/1201;  
Перемешивающее устройство LOIP LS-110;  
Шкаф сушильный ES-4620;  
Весы OHAUS Scout II;  
Альфа-бета радиометр (УМФ-2000) – 5 шт.;  
Установка спектрометрическая МКС 0-1А, Мультирад;  
Радиометр радона РРА-01М-01

**13.2. Учебно-наглядные пособия**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

**13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

**13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

### 13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|---|--|---|---|
| 1     | <p>Неисключительная лицензия на использование Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprise</p> <p>В составе:</p> <p>4) В составе Microsoft Office Professional Plus 2019:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> <p>5) Microsoft Core CAL</p> <p>6) Microsoft Windows Upgrade</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>657 комплектов.</p> <p>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p> <p>Каждый комплект включает:</p> <p>1) Лицензию на комплекс для создания презентаций, электронных текстов и таблиц, обработки баз данных Microsoft Office.</p> <p>2) Лицензию для подключения пользователей к серверным системам Microsoft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exchange Server Standard,</li> <li>• Exchange Server Enterprise,</li> <li>• SharePoint Server,</li> <li>• Skype для бизнеса Server,</li> <li>• Windows MultiPoint Server Premium,</li> <li>• Windows Server Standard,</li> <li>• Windows Server Data Center</li> </ul> <p>3) Лицензию на обновление операционной системы для рабочих станций Windows 10.</p> <p>Дополнительно на ВУЗ предоставляется право на использование 1 (одной) лицензии средств разработки в</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---|--|
|       |  |                                       | рамках учебных компьютеров одного технического, естественнонаучного факультета (кафедры) и предоставления студентам для целей обучения Azure Dev Tools for Teaching. Количество активаций неограниченно в рамках подразделения. |  |
| 2     | Неисключительная лицензия на использование Учебный Комплект Компас-3D v18 на 50 мест. Проектирование и конструирование в машиностроении, лицензия. | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2 лицензии на учебный комплект программного обеспечения для проектирования и конструирования в машиностроении, рассчитанные на активацию на 50 мест каждая.   | бессрочно  |
| 3     | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (одна) сетевая лицензия на 200 пользователей  | бессрочно  |
| 4     | Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition Legalization GetGenuine Legalization                     | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 150 лицензий. Соглашение Microsoft OLV № V6159937   | бессрочно  |
| 5     | Неисключительная лицензия на использование SysCtrDatactrCore ALNG LicSAPk OLVS 16License E 1Y AcademicEdition Additional Product                   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (один) комплект, включающий 16 (шестнадцать) лицензий для активации на 16 (шестнадцати) физических процессорных ядрах.  | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии (продукта)  |
|-------|--|---------------------------------------|--|--|
|       | CoreLic<br>Предоставляет право на использование продуктов Microsoft:<br>Configuration Manager<br>Data Protection Manager<br>Endpoint Protection<br>Operations Manager<br>Orchestrator<br>Service Manager<br>Virtual Machine Manager  |                                       | Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907   |  |
| 6     | Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFaculty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word<br>Excel<br>PowerPoint<br>Microsoft Teams     | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 7.    | Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft<br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word<br>Excel<br>PowerPoint<br>Microsoft Teams | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 26280 лицензий для студентов ВУЗа.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907                             | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|--|--|---|---|
| 8.    | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License</p> <p>По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 9.    | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License</p> <p>По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред</p>     | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>20 лицензий для виртуальных и облачных сред</p>                | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 10.   | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License</p> <p>По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов</p>                               | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>2000 лицензий для почтовых серверов</p>                        | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |





## 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки  |
|--|--|---|
| <p><b>Раздел 1.</b><br/>Особенности поведения радионуклидов в растворах больших разведений в процессах сокристаллизации, адсорбции и коллоидообразования</p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности поведения радионуклидов в растворах больших разведений, изотопные, специфические и неспецифические носители и область их применения;</li> <li>- особенности и закономерности распределения радиоактивных изотопов между фазами в процессах соосаждения, адсорбции, ионного и изотопного обмена, электрохимии, экстракции;</li> <li>- особенности реакций изотопного обмена и возможность образования радиоколлоидов.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать коэффициенты распределения при сокристаллизации, ионном обмене или жидкостной экстракции и характеристики процессов ионного обмена;</li> <li>- предотвращать адсорбцию радионуклидов на поверхности посуды и фильтров.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами выделения и разделения радионуклидов;</li> <li>- методами безопасного проведения работ с радионуклидами в открытом виде в лаборатории 3 класса.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №1 (5 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (5 семестр)</p> |
| <p><b>Раздел 2.</b><br/><b>Особенности использования изотопного обмена, электрохимии, хроматографии и экстракции в радиохимии</b></p>                        | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности и закономерности распределения радиоактивных изотопов между фазами в процессах соосаждения, адсорбции, ионного и изотопного обмена, электрохимии, экстракции;</li> <li>- особенности реакций изотопного обмена и возможность образования радиоколлоидов.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать коэффициенты распределения при сокристаллизации, ионном обмене или жидкостной экстракции и характеристики процессов ионного обмена.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами выделения и разделения радионуклидов;</li> </ul>  | <p>Оценка за контрольную работу №2 (5 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (5 семестр)</p> |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | - методами безопасного проведения работ с радионуклидами в открытом виде в лаборатории 3 класса.   |   |
| <b>Раздел 3.<br/>Основы метода «меченых» атомов и применение радионуклидов в исследованиях</b> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности и закономерности распределения радиоактивных изотопов между фазами в процессах соосаждения, адсорбции, ионного и изотопного обмена, электрохимии, экстракции;</li> <li>- принципы синтеза меченых соединений и применения радиоактивных изотопов в физико-химических и радиоаналитических исследованиях;</li> <li>- правила работы с открытыми радиоактивными источниками в радиохимической лаборатории 3 класса.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать метод радиоактивных индикаторов, уметь поставить задачу и провести расчеты необходимой активности для решения задач естественных наук.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами выделения и разделения радионуклидов;</li> <li>- методом радиоактивных индикаторов для решения радиоаналитических задач;</li> <li>- методами безопасного проведения работ с радионуклидами в открытом виде в лаборатории 3 класса.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №3 (5 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (5 семестр)</p> |
| <b>Раздел 4. Лабораторные работы</b>   | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности поведения радионуклидов в растворах больших разведений, изотопные, специфические и неспецифические носители и область их применения;</li> <li>- особенности и закономерности распределения радиоактивных изотопов между фазами в процессах соосаждения, адсорбции, ионного и изотопного обмена, электрохимии, экстракции;</li> <li>- принципы синтеза меченых соединений и применения радиоактивных изотопов в физико-химических и радиоаналитических исследованиях;</li> <li>- правила работы с открытыми радиоактивными источниками в радиохимической лаборатории 3 класса.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать коэффициенты распределения при сокристаллизации, ионном обмене или жидкостной</li> </ul>   | <p>Оценка за лабораторный практикум (6 семестр)</p>   |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>экстракции и характеристики процессов ионного обмена;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать метод радиоактивных индикаторов, уметь поставить задачу и провести расчеты необходимой активности для решения задач естественных наук;</li> <li>- правильно выбирать детектор излучения, проводить радиометрические измерения и надлежащим образом обрабатывать экспериментальные данные.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами выделения и разделения радионуклидов;</li> <li>- методом радиоактивных индикаторов для решения радиоаналитических задач;</li> <li>- методами безопасного проведения работ с радионуклидами в открытом виде в лаборатории 3 класса.</li> </ul> |  |
|--|--|--|

### ***15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ***

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

1. Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

2. Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

3. Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**  
**«Радиохимия»**  
**основной образовательной программы**  
**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**  
код и наименование направления подготовки (специальности)

Форма обучения: очная

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения                              |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| 1                          |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 __ г. |
| 2                          |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 __ г. |
| 3                          |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 __ г. |
| 4                          |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 __ г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 __ г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 __ г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА»**

**Специальность 18.05.02 Химическая технология материалов современной  
энергетики**

**Специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного  
топливного цикла»**

**Специализация № 2 «Технология разделения и применение изотопов»**

**Специализация № 3 «Технология теплоносителей и радиозэкология ядерных  
энергетических установок»**

**Специализация № 5 «Радиационная химия и радиационное  
материаловедение»**

**Квалификация «инженер»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2020 г.**

Программа составлена:

д.х.н, профессором, зав. кафедрой технологии изотопов и водородной энергетики РХТУ  
им. Д.И. Менделеева М.Б. Розенкевичем

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии изотопов и  
водородной энергетики «16» марта 2020 г., протокол № 9.

## СОДЕРЖАНИЕ

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | Цели и задачи дисциплины   | 4  |
| 2.    | Требования к результатам освоения дисциплины   | 4  |
| 3.    | Объем дисциплины и виды учебной работы   | 5  |
| 4.    | Содержание дисциплины  | 6  |
| 4.1.  | Разделы дисциплины и виды занятий  | 6  |
| 4.2.  | Содержание разделов дисциплины   | 7  |
| 5.    | Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины  | 10 |
| 6.    | Практические и лабораторные занятия  | 11 |
| 6.1.  | Практические занятия. Примерные темы практических занятий по дисциплине  | 12 |
| 6.2.  | Лабораторные занятия   | 12 |
| 7.    | Самостоятельная работа   | 12 |
| 8.    | Примеры оценочных средств для контроля освоения дисциплины   | 12 |
| 8.1.  | Примерная тематика реферативно-аналитической работы  | 12 |
| 8.2.  | Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины   | 12 |
| 9.    | Учебно-методическое обеспечение дисциплины   | 21 |
| 9.1.  | Рекомендуемая литература   | 21 |
| 9.2.  | Рекомендуемые источники научно-технической информации  | 21 |
| 9.3.  | Средства обеспечения освоения дисциплины   | 21 |
| 10.   | Методические указания для обучающихся  | 22 |
| 10.1  | Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                | 22 |
| 10.2  | Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                 | 23 |
| 11.   | Методические указания для преподавателей   | 23 |
| 11.1. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий | 23 |
| 11.2. | Для преподавателей реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий   | 24 |
| 12.   | Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе  | 24 |
| 13.   | Материально-техническое обеспечение дисциплины   | 34 |
| 13.1. | Оборудование, необходимое в образовательном процессе:  | 35 |
| 13.2. | Учебно-наглядные пособия   | 35 |
| 13.3. | Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства  | 35 |
| 13.4. | Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы  | 35 |
| 13.5. | Перечень лицензионного программного обеспечения  | 35 |
| 14.   | Требования к оценке качества освоения программы  | 40 |
| 15.   | Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья                                 | 43 |



## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики (специализации: № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», №2 «Технология разделения и применение изотопов», № 3 «Технология теплоносителей и радиозэкология ядерных энергетических установок» и № 5 «Радиационная химия и радиационное материаловедение»), рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины на кафедре технологии изотопов и водородной энергетики РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)» обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин – математики, физики, неорганической и физической химии.

**Цель дисциплины:** создание у обучающихся теоретической базы знаний о современных методах физико-химического исследования и анализа для последующего решения конкретных научных и практических задач, связанных с проведением научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности в области контроля за современными процессами получения материалов ядерного и неядерного назначения.

**Задачи** дисциплины - передача обучающимся систематизированных сведений о физических и физико-химических принципах, лежащих в основе различных физико-химических методов анализа, и на этой основе формирование у обучающихся способности определять круг вопросов о составе вещества, на которые можно получить ответы, используя тот или иной метод исследования.

Знания, приобретаемые обучающимися в процессе освоения этой дисциплины, используются ими при изучении последующих теоретических курсов и лабораторных практикумов аналитического профиля в рамках всех специализаций по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики.

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» преподается в 6 семестре. Контроль успеваемости обучающихся ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Физико-химические методы анализа» при подготовке инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики (специализации: № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», №2 «Технология разделения и применение изотопов», № 3 «Технология теплоносителей и радиозэкология ядерных энергетических установок» и № 5 «Радиационная химия и радиационное материаловедение») направлено на приобретение обучающимися следующих компетенций:

### **Общепрофессиональные:**

- способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способность профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способность к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2).

### **Профессиональные:**

- способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

- основные возможности в получении информации о структуре и составе вещества при использовании различных физико-химических методов анализа;
- физико-химические основы современных методов анализа;
- основные метрологические характеристики различных физико-химических методов анализа;
- последовательность операций при подготовке пробы для проведения анализа, обеспечивающая ее представительность

**уметь:**

- рассчитывать предел обнаружения вещества в анализируемом объекте по заданным результатам проведенных холостых экспериментов;
- находить в результатах аналитических определений систематические ошибки и промахи;
- выбрать оптимальный метод анализа в зависимости от задачи аналитического определения;
- рассчитать необходимые параметры для получения необходимого аналитического сигнала на основе знания физико-химических основ метода анализа.

**владеть:**

- методами статистической оценки достоверности полученных результатов аналитического определения концентрации вещества;
- расчетными методами обработки величины аналитического сигнала, полученного в физико-химическом методе анализа, для получения целевой информации о концентрации определяемого вещества,
- знаниями о содержании информации о структуре вещества при использовании данного физико-химического метода анализа.

### 3. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

| Виды учебной работы                            | В зачетных единицах | В академ. часах |
|--|---------------------|-----------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>4</b>            | <b>144</b>      |
| <b>Контактная работа - аудиторные занятия:</b> | <b>1,33</b>         | <b>48</b>       |
| Лекции (Лек)                                   | 0,89                | 32              |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,44                | 16              |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | -                   | -               |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>            | <b>2,67</b>         | <b>96</b>       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 2,67                | 95,8            |
| Контактная самостоятельная работа              |                     | 0,2             |
| <b>Вид контроля</b>                            |                     |                 |
| зачет  |                     | +               |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>зачет</b>        |                 |

| Виды учебной работы                            | В зачетных единицах | В астроном. часах |
|--|---------------------|-------------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>4</b>            | <b>108</b>        |
| <b>Контактная работа - аудиторные занятия:</b> | <b>1,33</b>         | <b>35,9</b>       |
| Лекции (Лек)                                   | 0,89                | 24,0              |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,44                | 11,9              |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | -                   | -                 |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>            | <b>2,67</b>         | <b>72</b>         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 2,67                | 71,85             |
| Контактная самостоятельная работа              |                     | 0,15              |
| <b>Вид контроля</b>                            |                     |                   |
| зачет  | +                   | +                 |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>зачет</b>        |                   |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Раздел дисциплины   | Часов     |            |                |                |
|-------|---|-----------|------------|----------------|----------------|
|       |   | Всего     | Лекции     | Практ. занятия | Самост. работа |
|       | <b>Введение</b>   | <b>1</b>  | <b>1</b>   | <b>-</b>       | <b>-</b>       |
|       | <b>Раздел 1 . Порядок проведения анализа и его метрологические характеристики</b>     | <b>17</b> | <b>3,5</b> | <b>1,5</b>     | <b>12</b>      |
| 1.1   | Метрологические характеристики методов анализа  | 9         | 2          | 1              | 6              |
| 1.2   | Предварительна подготовка проб для проведения анализа                                 | 8         | 1,5        | 0,5            | 6              |
|       | <b>Раздел 2. Масс-спектрометрия</b>   | <b>37</b> | <b>9</b>   | <b>4</b>       | <b>24</b>      |
| 2.1   | Определение масс-спектрометрии и классификация приборов                               | 3,5       | 1,5        | -              | 2              |
| 2.2   | Взаимодействие заряженных частиц с электрическими и магнитными полями.                | 12,5      | 2,5        | 2              | 8              |
| 2.3   | Типы ионных источников масс спектрометров   | 6         | 1,5        | 0,5            | 4              |
| 2.4   | Газовый поток в статическом масс-спектрометре   | 6         | 1,5        | 0,5            | 4              |
| 2.5   | Разрешающая способность статического масс-спектрометра                                | 3         | 0,5        | 0,5            | 2              |
| 2.6   | Типы динамических масс-спектрометров  | 6         | 1,5        | 0,5            | 4              |
|       | <b>Раздел 3. Спектральные методы анализа</b>  | <b>34</b> | <b>8,5</b> | <b>3,5</b>     | <b>22</b>      |
| 3.1   | Определение и классификация спектральных методов анализа                              | 3         | 1          | -              | 2              |
| 3.2   | Методы атомного спектрального анализа   | 9,5       | 2,5        | 1              | 6              |
| 3.3   | Методы молекулярного спектрального анализа  | 9,5       | 2,5        | 1              | 6              |
| 3.4   | Типы монохроматоров и регистраторов электромагнитного излучения спектральных приборов | 7         | 2          | 1              | 4              |
| 3.5   | Метрологические характеристики спектральных методов анализа                           | 5         | 0,5        | 0,5            | 4              |
|       | <b>Раздел 4 Хроматографические методы анализа</b>                                     | <b>24</b> | <b>6</b>   | <b>2</b>       | <b>16</b>      |

|     |   |            |            |           |           |
|-----|---|------------|------------|-----------|-----------|
| 4.1 | Определение и классификация хроматографических методов анализа, их метрологическая характеристика | 6          | 2          | -         | 4         |
| 4.2 | Методы газовой хроматографии  | 6,5        | 1,5        | 1         | 4         |
| 4.3 | Методы жидкостной хроматографии   | 6,5        | 1,5        | 1         | 4         |
| 4.4 | Типы детекторов хроматографов   | 5          | 1          | -         | 4         |
|     | <b>Раздел 5. Электрохимические методы анализа</b>   | <b>20</b>  | <b>3,0</b> | <b>3</b>  | <b>14</b> |
| 5.1 | Потенциометрия  | 6          | 1,0        | 1,0       | 4         |
| 5.2 | Кулонометрия  | 7          | 1,0        | 1,0       | 5         |
| 5.3 | Вольтамперометрия   | 7          | 1,0        | 1,0       | 5         |
|     | <b>Раздел 6. Радиочастотные методы анализа</b>  | <b>10</b>  | <b>1</b>   | <b>1</b>  | <b>8</b>  |
| 6.1 | Краткая характеристика методов ЯМР и ЭПР  | 10         | 1,0        | 1,0       | 8         |
|     | <b>Заключение</b>   | <b>1</b>   | <b>-</b>   | <b>1</b>  | <b>-</b>  |
|     | <b>Всего часов:</b>   | <b>144</b> | <b>32</b>  | <b>16</b> | <b>96</b> |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

**Введение.** Предмет и задачи дисциплины. Определения аналитической химии и химического анализа. Виды анализа: качественный, количественный, изотопный, элементный, функциональный, молекулярный, вещественный. Классификация чистоты веществ: «ч», «чда», «хч», «очв», «вчв». Различие между «очв» и «вчв».

### Раздел 1. Порядок проведения анализа и его метрологические характеристики

#### 1.1. Метрологические характеристики методов анализа

Элементы математической статистики: типы распределения случайных величин, распределения Гаусса и Пуассона, доверительная вероятность, доверительный интервал, квадратичный закон распространения ошибок. Критерии Стьюдента и Фишера. Q-критерий. Предел обнаружения (абсолютный, относительный). Чувствительность метода анализа. Воспроизводимость и точность (правильность). Определение промахов. Сравнение данных, полученных в независимых измерениях.

#### 1.2. Предварительная подготовка проб для проведения анализа

Последовательность операций при проведении любого анализа. Отбор проб. Понятия представительной, генеральной, лабораторной и анализируемой пробы. Особенности отбора проб неоднородных твердых веществ. Зависимость массы представительной пробы твердого вещества от размера частиц. Формула Ричердса-Чечота. Подход к выбору соотношения между числом анализируемых твердых проб и числом параллельных измерений данной пробы. Вскрытие твердых проб. Селективное вскрытие. Индивидуальные и групповые методы концентрирования микропримесей, абсолютное и относительное концентрирование. Характеристики метода концентрирования – степень извлечения и степень обогащения. Физические, физико-химические и химические методы концентрирования. Экстракция, дистилляция, ректификация, сублимация, направленная кристаллизация, ионный обмен, осаждение и со-осаждение как методы концентрирования, области их применения.

### Раздел 2. Масс-спектрометрия.

#### 2.1. Определение масс-спектрометрии и классификация приборов

Понятие масс-спектрометрии, блок-схема и классификация масс-спектрометрических приборов (статические и динамические, химические и изотопные, масс-спектроскопы, спектрографы и спектрометры).

#### 2.2. Взаимодействие заряженных частиц с электрическими и магнитными полями.

Поведение заряженных частиц в электрических и магнитных полях: продольное и поперечное электростатическое поле, продольное и поперечное однородное магнитное поле. Фокусирующее свойство однородного магнитного поля. Совместное действие электрического и магнитного полей. Опыты Томсона: катодная трубка (определение отношения заряда к массе для электрона), метод парабол. Принципиальная схема статического масс-спектрометра.

### 2.3. Типы ионных источников масс спектрометров

Типы ионных источников: с ионизацией электронным ударом, печной, с фотоионизацией, лазерный ионный источник. Их преимущества и недостатки.

### 2.4. Газовый поток в статическом масс-спектрометре

Газовый поток через масс-спектрометр. Вязкий и молекулярный режим натекания газовой смеси из системы напуска в ионный источник. Химические и изотопные приборы. Особенности систем напуска в них.

### 2.5. Разрешающая способность статического масс-спектрометра.

Теоретическая форма ионного пика в масс спектре. Разрешающая способность статических масс-спектрометров: теоретическая и экспериментально определяемая приборов. Классификация приборов по величине разрешающей способности. Дуплеты и возможности из разрешения.

### 2.6. Типы динамических масс-спектрометров

Время-пролетный и квадрупольный масс-спектрометры. Омегатрон. Преимущества и недостатки динамических приборов, области их применения.

## **Раздел 3. Спектральные методы анализа.**

### 3.1. Определение и классификация спектральных методов анализа

Понятие спектральных методов анализа, их классификация. Характеристики электромагнитного излучения: частота, волновое число, длина волны, энергия кванта. Энергетический диапазон электромагнитного излучения, характер возбужденного состояния атомов и молекул в различных энергетических диапазонах Рентгеновская, оптическая (УФ-, видимая, ИК-), микроволновая, радиочастотная (ЭПР, ЯМР) спектроскопии, Эмиссионная и абсорбционная, атомная и молекулярная спектроскопия. Блок-схемы приборов.

### 3.2. Методы атомного спектрального анализа

Атомный спектральный анализ (АСА). Атомный спектр водорода и водородоподобных атомов. Атомный спектр многоэлектронных атомов. Виды атомной спектроскопии: эмиссионная, абсорбционная, флуоресцентная, рентгеновская (фотоэлектронная, оже-, флуоресцентная, эмиссионная). Способы атомизации пробы: в пламени, электротермический, в электрической дуге и искре, индуктивно связанной плазме. Конкретные методы АСА: атомно-эмиссионный, атомно-абсорбционный, атомно-флуоресцентный, рентгеновский, оже-спектроскопия.

### 3.3. Методы молекулярного спектрального анализа

Молекулярный спектральный анализ (МСА). Кривая потенциальной энергии двухатомной молекулы. Электронное, колебательное, вращательное возбуждение молекулы и их энергетические диапазоны. Виды молекулярной спектроскопии: вращательная, колебательная, электронная и их комбинации. Конкретные методы МСА: ИК-спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния, флуориметрия,

спектрофотометрия. Сравнение возможностей методов молекулярной и атомной спектроскопии.

#### 3.4. Типы монохроматоров и регистраторов электромагнитного излучения спектральных приборов

Методы разложения электромагнитного излучения в спектр: призма, дифракционная решетка, интерферометр Фабри-Перро. Регистрация интенсивности электромагнитного излучения:  $\gamma$ -спектрометры, фотоэлектронные умножители, болометры, Фурье спектрометры.

#### 3.5. Метрологические характеристики спектральных методов анализа

Разрешение двух близких спектральных полос: критерий Релея. Разрешающая способность и линейная дисперсия спектральных приборов.

### **Раздел 4. Хроматографические методы анализа**

#### 4.1. Определение и классификация хроматографических методов анализа

Определение хроматографии, их классификация: газовая и жидкостная хроматография, вытеснительная, проявительная и фронтальная виды хроматографии. Общие характеристики хроматографического разделения веществ: разрешение, эффективность, селективность, связь между ними.

#### 4.2. Методы газовой хроматографии

Газо-адсорбционная и газо-жидкостная хроматографии. Принципы подбора газ-носителя. Принципы подбора адсорбентов и жидкой фазы для газо-адсорбционной и газожидкостной хроматографии. Типы адсорбентов. Требования к жидкой фазе, полярные, умеренно полярные, неполярные жидкие фазы.

#### 4.3. Методы жидкостной хроматографии

Жидкостная хроматография, принципы подбора подвижной и неподвижной фаз. Нормальная и обращенная неподвижная фаза. Высокоэффективная жидкостная хроматография.

#### 4.4. Типы детекторов хроматографов

Детекторы для газовой хроматографии: катарометр, пламенно-ионизационный, с электронным захватом. Детекторы для жидкостной хроматографии: по удельной электропроводности и по показателю преломления, спектрофотометрический. Хромато-масс-спектрометрия.

### **Раздел 5. Электрохимические методы анализа**

#### 5.1. Потенциометрия

Понятие ион-селективного электрода. Принципиальная схема прибора для потенциометрического определения. Прямая потенциометрия. Потенциометрическое титрование, область применения, методы определения точки эквивалентности.

#### 5.2. Кулонометрия

Законы Фарадея. Кулонометрия потенциостатическая и амперостатическая, области применения. Понятия предельного тока и выхода по току. Метод определения затраченного количества электричества при потенциостатической кулонометрии. Область применения амперостатической кулонометрии.

#### 5.3. Вольтамперометрия

Типы поляризующихся (индикаторных) электродов. Полярография. Типы полярограмм. Диффузионный ток. Уравнение Ильковича. Дифференциальная импульсная полярография. Область применения полярографии.

## Раздел 6. Радиочастотные методы анализа

### 6.1. Краткая характеристика методов ЯМР и ЭПР

Магнитный момент ядер, гиромагнитное отношение, g-фактор, магнетон Бора, ядерный магнетон. Явление ядерной магнитной релаксации: спин-спиновое и спин-решеточное времена релаксации, уравнения Блоха. Спектроскопия ЯМР: химический сдвиг, роль спин-спинового взаимодействия и диффузионных процессов. Природа электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), спиновой и орбитальный парамагнетизм, g-фактор электрона. Отличие спектрометров ЭПР от спектрометров ЯМР. Области применения методов ЯМР и ЭПР.

**Заключение.** Подведение итогов по всему изложенному материалу.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

|    | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:  | Разделы |   |   |   |   |   |
|----|---|---------|---|---|---|---|---|
|    |   | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|    | <b>Знать:</b>   |         |   |   |   |   |   |
| 1  | -основные возможности в получении информации о структуре и составе вещества при использовании различных физико-химических методов анализа,  | +       | + | + | + | + | + |
| 2  | -физико-химические основы современных методов анализа   | +       | + | + | + | + | + |
| 3  | -основные метрологические характеристики различных физико-химических методов анализа;   | +       | + | + | + | + | + |
| 4  | -последовательность подготовки пробы для проведения анализа, обеспечивающая ее представительность   | +       |   |   |   |   |   |
|    | <b>Уметь:</b>   |         |   |   |   |   |   |
| 5  | -рассчитывать предел обнаружения вещества в анализируемом объекте по заданным результатам проведенных холостых экспериментов;   | +       |   |   |   |   |   |
| 6  | -находить в результатах аналитических определений систематические ошибки и промахи;   | +       |   |   |   |   |   |
| 7  | -выбрать оптимальный метод анализа в зависимости от задачи аналитического определения   |         | + | + | + | + | + |
| 8  | -рассчитать необходимые параметры для получения необходимого аналитического сигнала на основе знания физико-химических основ метода анализа   |         | + | + | + |   |   |
|    | <b>Владеть:</b>   |         |   |   |   |   |   |
| 9  | -методами статистической оценки достоверности полученных результатов аналитического определения концентрации вещества;  | +       |   |   |   |   |   |
| 10 | -расчетными методами обработки величины аналитического сигнала, полученного в физико-химическом методе анализа, для получения целевой информации о концентрации определяемого вещества. |         | + | + | + | + |   |

|  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11   | -знаниями о содержании информации о структуре вещества при использовании данного физико-химического метода анализа   |   |   |   |   |   |   |   | + |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен приобрести <b>следующие компетенции:</b> |  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>Общепрофессиональные компетенции:</b>   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12   | способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);   | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 13   | способность профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способность к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2). |   |   | + | + | + | + | + | + |
| <b>Профессиональные компетенции:</b>   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 14   | способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3).  |   |   | + | + | + | + |   |   |

## – 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине

Учебным планом дисциплины предусмотрены практические занятия обучающегося в 6 семестре специалитета в объеме 16 акад. ч.

| № раздела       | – Темы практических занятий  | Часы       |
|-----------------|--|------------|
| <b>Раздел 1</b> |  | <b>1,5</b> |
| 1.1             | Расчет средней квадратичной ошибки результатов анализа. Определение доверительного интервала. Определение промахов в серии параллельных измерений. Определение относительного предела обнаружения. | 1          |
| 1.2             | Определение оптимального отношения между числом отобранных проб твердых веществ и параллельных анализов каждой их них с точки зрения погрешности анализа в целом.                                  | 0,5        |
| <b>Раздел 2</b> |  | <b>4</b>   |
| 2.2             | Расчет величины отклонения заряженных частиц в постоянных электрических и магнитных полях.   | 2          |
| 2.3             | Расчет скорости иона после прохождения им ускоряющего электростатического поля.  | 0,5        |
| 2.4             | Расчет изменения состава анализируемой смеси в системе напуска при молекулярном режиме натекания компонентов в ионный источник   | 0,5        |
| 2.5             | Расчет необходимой разрешающей способности прибора для раздельной записи пиков дуплетов  | 0,5        |
| 2.6             | Определение разницы во времени достижения регистратора ионов во время-пролетном масс-спектрометре.   | 0,5        |
| <b>Раздел 3</b> |  | <b>3,5</b> |
| 3.2             | Оценка зависимости постоянной Бальмера для легких атомов в зависимости от их массы.  | 1          |
| 3.3             | Расчет разницы в энергиях колебательных и вращательных уровней   | 1          |



|                   |   |          |
|-------------------|---|----------|
|                   | молекул.  |          |
| 3.4               | Расчет разрешающей способности призменных и дифракционных монохроматоров.   | 1        |
| 3.5               | Определение необходимой разрешающей способности и линейной дисперсии в плоскости выходной щели прибора при разрешении близких спектральных линий. | 0,5      |
| <b>Раздел 4</b>   |   | <b>2</b> |
| 4.2               | Расчет ЧТСР хроматографической колонны  | 1        |
| 4.3               | Расчет состава смеси веществ по данным хроматографического анализа.   | 1        |
| <b>Раздел 5</b>   |   | <b>3</b> |
| 5.1               | Способы определения точки эквивалентности при потенциометрическом титровании  | 1        |
| 5.2               | Расчет количества определяемого элемента при потенциостатической кулонометрии   | 1        |
| 5.3               | Расшифровка вольтамперограмм. Формула Ильковича.  | 1        |
| <b>Раздел 6</b>   |   | <b>1</b> |
| 6.1               | Анализ общего вида спектров ПМР высокого разрешения алифатических спиртов.  | 1        |
| <b>Заключение</b> |   | <b>1</b> |

## 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные работы по дисциплине «Физико-химические методы анализа» учебным планом не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Физико-химические методы анализа» в 6 семестре предусмотрена самостоятельная работа студента специалитета в объеме 96 часов.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ;
- подготовку к экзамену.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8 ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1 Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

## 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрены 2 контрольные работы. Контрольная работа включает 2 вопроса: 1 теоретический вопрос и расчетная задача. Сроки проведения контрольных работ устанавливаются преподавателем после завершения теоретического рассмотрения разделов дисциплины, включенных в вопросы билетов. Максимальная оценка контрольной работы составляет 50 баллов. Максимальная оценка для получения зачета по дисциплине составляет 100 баллов.

### Контрольная работа № 1

Максимальная оценка за первую контрольную работу составляет 50 баллов: по 25 баллов за каждый из вопросов.

#### Теоретические вопросы по контрольной работе № 1:

1. Из каких стадий состоит процесс анализа вещества? Содержание и особенности каждой из стадий.
2. Метрологические характеристики метода анализа: предел обнаружения, чувствительность, воспроизводимость и правильность. Как их определить?
3. Квадратичный закон накопления ошибок. Математические выражения для дисперсии функции нескольких переменных. Привести пример расчета.
4. Вскрытие пробы. Селективное вскрытие пробы. Концентрирование примесей: основные характеристики (степень извлечения и степень концентрирования).
5. Методы предварительного концентрирования микро примесей: область их применения и характеристики.
6. Понятия представительной, генеральной, лабораторной и анализируемой пробы. Особенности отбора проб твердых неоднородных веществ. Выбор соотношения между числом анализируемых твердых проб и числом параллельных измерений данной пробы.
7. Систематические и случайные погрешности анализа. Как их определить? Критерии Стьюдента и Фишера. Как найти «промахи»?
8. Сравнение двух средних квадратичных ошибок с использованием критерия Фишера.
9. Статистика прямолинейных зависимостей: метод наименьших квадратов.
10. Типы распределения случайных величин, распределения Гаусса и Пуассона, доверительная вероятность, доверительный интервал. Дисперсия и средняя квадратичная ошибка случайной величины.
11. Определение масс-спектрометрии. Классификация масс-спектрометрических приборов. Блок-схема масс-спектрометра.
12. Поведение заряженных частиц в продольных электростатическом и поперечном однородном магнитном полях. Принципиальное устройство статического масс-спектрометра.
13. Опыты Томсона по определению отношения заряда электрона к его массе. Схема прибора и методики проведения эксперимента.
14. Поведение заряженных частиц в поперечном электростатическом и продольном однородном магнитном полях. Фокусирующие свойства однородного магнитного поля.
15. Метод парабол Томсона. Схема прибора и методики проведения эксперимента.
16. Устройство ионного источника с ионизацией электронным ударом. Другие типы ионных источников.
17. Газовый поток в химических и изотопных масс-спектрометрах.
18. Особенности системы напуска в химических и изотопных масс-спектрометрах.
19. Динамические масс-спектрометры. Время-пролетный и квадрупольный масс-анализаторы.
20. Хроматомасс-спектрометрия: методы соединения хроматографа и масс-спектрометра, типы приборов

21. Классификация чистоты веществ: «ч», «чда», «хч», «очв», «вчв». Различие между «очв» и «вчв».
22. Теоретическая форма масс-спектральной линии. Разрешающая способность статических масс-спектрометрических приборов, способы ее определения.
23. Понятие предела обнаружения. Абсолютный и относительный предел обнаружения. Экспериментальное определение предела обнаружения (привести пример).
24. Виды ошибок. Сравнение результатов измерения одной и той же величины различными методами. Поиск промахов.

Расчетные задачи к контрольной работе № 1

25. Пучок  $\alpha$ -частиц, ускоренный разностью потенциалов 10кВ, попадает в поперечное однородное магнитное поле с напряженностью  $H=222,425$  Э. Определить, какой должна быть протяженность поля, если отклонение на экране, расположенном на расстоянии 25 см от границ поля, равно 1,5 см.
26. Определить изменение относительной разности энергии ионов после прохождения ими ускоряющего поля с разностью потенциалов  $V=5000$  В, если их начальная энергия была равна  $100 \pm 5$  эВ. Найти конечную скорость однозарядных ионов  $^{16}\text{O}_2^+$  и  $^4\text{He}$ .
27. Определить массовое число однократно заряженных ионов, если они, пройдя ускоряющее поле  $V=400$ В, описывают в поперечном магнитном поле с напряженностью  $H=804,247$ Э дугу радиуса 14,32 см.
28. Определить суммарную относительную погрешность определения концентрации FeO, если после растворения навески в  $\sim 0,25$  г (погрешность взвешивания  $\pm 0,3$  мг) на титрование полученного раствора пошло  $\sim 30$  мл 0,1 н. раствора  $\text{KMnO}_4$  (погрешность определения объема  $\pm 0,05$  мл, а титра -  $\pm 0,0001$  н.).
29. Определить разность радиусов траектории ионов  $^{16}\text{O}_2^+$  и  $^{14}\text{N}_2^+$  в однородном магнитном поле с напряженностью  $H=753,982$ Э, если кинетическая энергия ионов равна 400эВ.
30. Какой энергией должны обладать ионы, чтобы при прохождении поперечного электростатического поля протяженностью  $L=4$ см отклонение от первоначального направления составило на границе поля 0,4см. Разность потенциалов и расстояние между пластинами конденсатора равны  $V=10$  В и  $d=1$ см.
31. Навеску стали массой 0,3928 г растворили и довели объем раствора до 100 см<sup>3</sup>. К аликвоте раствора в 5 см<sup>3</sup> добавили необходимые реактивы, разбавили водой до 50 см<sup>3</sup> и при  $\lambda=470$  нм шестикратно измерили величину светопоглощения в кювете с толщиной поглощающего слоя в  $l=1$ см. Она оказалась равной  $A_{470} = 0,435, 0,440, 0,430, 0,425, 0,445, 0,435$ . Определить массовую долю (%) никеля в стали и погрешность в ее определении, если значение молярного коэффициента светопоглощения при 470нм равно  $\varepsilon_{470} = 1,3 \cdot 10^4$  л/моль·см ( $M_{\text{Ni}} = 58,69$ , критерий Стьюдента  $t(0,95, 5)=2,57$ ).
32. При определении меди методом атомной эмиссионной спектроскопии получено следующее уравнение градуировочной характеристики:  $I = 2 \cdot 10^3 C_{\text{Cu}}$  ( $C_{\text{Cu}}$  – в масс.%). При проведении холостых экспериментов получены следующие результаты:

| № эксперим.    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|----------------|------|------|------|------|------|------|
| $I, \text{мА}$ | 0,12 | 0,10 | 0,14 | 0,15 | 0,09 | 0,12 |

Определить относительный предел обнаружения меди. Значение критерия Стьюдента  $t(0,95, 5) = 2,57$ .

33. При определении циркония спектрофотометрическим методом получены следующие результаты (мкг): 2,4; 2,7; 2,5; 2,6; 3,2; 2,5. Есть ли в полученных результатах промах? Определите доверительный интервал определения циркония (значения критериев –  $Q(P=0,90, n=6) = 0,56, t(P=0,90, f=5) = 2,02, t(P=0,90, f=4) = 2,13$ ).

34. После прохождения ускоряющего электростатического поля в 1000 В отклонение траектории иона при прохождении поперечного поля плоского конденсатора (разность потенциалов 100 В, расстояние между пластинами 1 см) на расстоянии 16 см от границы поля составило 3.2 см. Определить длину конденсатора, пренебрегая начальной энергией иона

35. Определить относительный предел обнаружения железа спектрофотометрическим методом ( $\varepsilon = 1 \cdot 10^4$  л/(мол см), толщина измерительной кюветы  $l = 1$  см), если в результате проведения холостых экспериментов получены следующие значения светопоглощения А:

| № exper. | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A        | 0,015 | 0,018 | 0,012 | 0,014 | 0,016 |

Значение критерия Стьюдента  $t(0,95, 4) = 2,78$

36. Основные размеры катодной трубки: длина пластин конденсатора  $L=7,8$  см, расстояние между ними  $d= 2,5$  мм, расстояние от границ поля до экрана 33 см. При включении одного магнитного поля с  $H=800$  А/м отклонение на экране составляет 2,57 см, а при включении одного электрического поля с  $V=200$  В – 1,03 см. Определить отношение заряда к массе для электрона.

37. Молярный коэффициент светопоглощения дитизоната меди в  $CCl_4$  при  $\lambda=550$  нм равен  $4,52 \cdot 10^4$  л/моль см. Какую массовую долю (%) меди можно определить, если из навески сплава массой 1 г получают  $25 \text{ см}^3$  раствора дитизоната в  $CCl_4$  и измеряют минимальную величину светопоглощения  $A_{550} = 0,020$  в кювете с толщиной поглощающего слоя 5 см ( $M_{Cu}=63,55$ )?

38. Определить относительный предел обнаружения железа спектрофотометрическим методом ( $\varepsilon = 1 \cdot 10^4$  л/(мол см), толщина измерительной кюветы  $l = 1$  см), если в результате проведения холостых экспериментов получены следующие значения светопоглощения А:

| № exper. | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A        | 0,015 | 0,018 | 0,012 | 0,014 | 0,016 |

Значение критерия Стьюдента  $t(0,95, 4) = 2,78$ .

39. Электрон с энергией 1000 эВ влетает в поле плоского конденсатора перпендикулярно вектору Е. Определить отклонение электрона от первоначального направления на расстоянии 10 см от конденсатора, если длина пластин конденсатора  $L=4$  см, расстояние между пластинами  $d=1$  см, приложенная разность потенциалов  $V=100$  В.

40. В поперечное однородное электростатическое поле с напряженностью  $E=4,5 \cdot 10^4$  В/м попадает пучок протонов, скорость которых  $2 \cdot 10^6$  м/с. Отклонение пучка от первоначального направления составляет 2,15 см на пути в 20 см. Найти удельный заряд протона.

41. При определении удельного заряда электрона с помощью катодной трубки электронный луч не претерпевает отклонения при разности потенциалов между пластинами конденсатора  $V=140$  В (расстояние между ними  $d= 2,5$  мм) и напряженности магнитного поля  $H= 650$  А/м. Определить отношение заряда к массе электрона, если разность потенциалов между катодом и анодом равна 13340 В.

42. Определить время достижения ионами  $He^+$ ,  $H_2^+$ ,  ${}^6Li^+$  приемного электрода время-пролетного масс-спектроскопа, если величина ускоряющей разности потенциалов равна 100 В (начальной энергией ионов пренебречь), а длина пространства дрейфа – 3 м.

43. Однозарядный ион с начальной скоростью 9,818 км/с после прохождения в продольном электростатическом поле разности потенциалов  $V=100$  В стал иметь скорость 70112 м/с. Определить массовое число иона и его конечную энергию.

### Примеры вариантов контрольной работы № 1

#### ВАРИАНТ 1.

1. Из каких стадий состоит процесс анализа вещества? Содержание и особенности каждой из стадий.
2. Пучок  $\alpha$ -частиц, ускоренный разностью потенциалов 10кВ, попадает в поперечное однородное магнитное поле с напряженностью  $H=222,425$  Э. Определить, какой должна быть протяженность поля, если отклонение на экране, расположенном на расстоянии 25 см от границ поля, равно 1,5 см.

#### ВАРИАНТ 2.

1. Метрологические характеристики метода анализа: предел обнаружения, чувствительность, воспроизводимость и правильность. Как их определить?
2. Определить изменение относительной разности энергии ионов после прохождения ими ускоряющего поля с разностью потенциалов  $V=5000$  В, если их начальная энергия была равна  $100 \pm 5$  эВ. Найти конечную скорость однозарядных ионов  $^{16}\text{O}^+$  и  $^4\text{He}^+$ .

#### ВАРИАНТ 3.

1. Квадратичный закон накопления ошибок. Математические выражения для дисперсии функции нескольких переменных. Привести пример расчета.
2. Определить массовое число однократно заряженных ионов, если они, пройдя ускоряющее поле  $V=400$ В, описывают в поперечном магнитном поле с напряженностью  $H=804,247$ Э дугу радиуса 14,32 см.

#### ВАРИАНТ 4.

1. Вскрытие пробы. Селективное вскрытие пробы. Концентрирование примесей: основные характеристики (степень извлечения и степень концентрирования). Методы предварительного концентрирования примесей.
2. Определить суммарную относительную погрешность определения концентрации FeO, если после растворения навески в  $\sim 0,25$  г (погрешность взвешивания  $\pm 0,3$  мг) на титрование полученного раствора пошло  $\sim 30$  мл 0,1 н. раствора  $\text{KMnO}_4$  (погрешность определения объема  $\pm 0,05$  мл, а титра -  $\pm 0,0001$  н.).

#### ВАРИАНТ 5.

1. Понятия представительной, генеральной, лабораторной и анализируемой пробы. Особенности отбора проб твердых неоднородных веществ. Выбор соотношения между числом анализируемых твердых проб и числом параллельных измерений данной пробы.
2. Определить разность радиусов траектории ионов  $^{16}\text{O}^+$  и  $^{14}\text{N}^+$  в однородном магнитном поле с напряженностью  $H=753,982$ Э, если кинетическая энергия ионов равна 400эВ.

### **Контрольная работа № 2**

Максимальная оценка за вторую контрольную работу составляет 50 баллов: по 25 баллов за каждый из вопросов.

#### Теоретические вопросы по контрольной работе № 2

1. Основные виды электрохимических методов анализа. Потенциометрия, ее основы, разновидности и области аналитического применения.
2. Методы атомизации вещества для проведения атомного спектрального анализа. Необходимость атомизации пробы для разных методов атомного спектрального анализа (оптический и рентгеновский диапазон).
3. Основные характеристики хроматографических методов анализа: разрешение, эффективность, селективность, их взаимосвязь. Разновидности неподвижной фазы для жидкостной хроматографии.

4. Спектральные методы анализа, их классификация, назначение и типичные зависимости «аналитический сигнал-концентрация». Энергетические диапазоны для различных спектральных методов анализа. Блок-схемы спектральных приборов.
5. Атомный спектральный анализ (АСА): назначение, атомный спектр водорода, классификация методов АСА, необходимое состояние анализируемой пробы для каждого из них, энергетические диапазоны наблюдения.
6. Обзор электрохимических методов анализа. Их области применения. Принцип потенциостатической и амперостатической кулонометрии.
7. Классификация методов молекулярного спектрального анализа, их назначение. Пояснить природу возникновения молекулярных спектров на энергетической диаграмме. Энергетические диапазоны наблюдения различных молекулярных спектров.
8. Дайте общее определение газовой хроматографии. Этапы хроматографического разделения смеси веществ. Принципы подбора подвижной и неподвижной фаз в газовой хроматографии.
9. Характеристика электронных колебательно-вращательных спектров (с использованием энергетической диаграммы для двухатомной молекулы). Энергетические зазоры между колебательными и вращательными подуровнями в спектре двухатомных молекул.
10. Использование вольтамперометрии для качественного и количественного анализа. Дифференциальная импульсная полярография.
11. Жидкостная хроматография, принципы подбора подвижной и неподвижной фаз. Дифференциальный рефрактометр как детектор для жидкостной хроматографии
12. На примере потенциальной кривой двухатомной молекулы рассмотрите возможные варианты молекулярной спектроскопии. В каких энергетических диапазонах можно наблюдать различные спектры?
13. Методы разложения полихроматического электромагнитного излучения в спектр. Разрешающая способность и линейная дисперсия спектрального прибора.
14. Основные виды электрохимических методов анализа. Кулонометрия, ее основы, разновидности, и области аналитического применения.
15. Колебательно-вращательная спектроскопия. Энергетическое распределение колебательных и вращательных спектральных линий. Типы колебаний молекул.
16. Принципы, основные характеристики и классификация хроматографических методов анализа.
17. Монохроматоры для оптического и рентгеновского диапазона электромагнитного излучения. Дифракционные и призмные приборы, определение их разрешающей способности.
18. Электронная колебательно-вращательная спектроскопия. Различие в требуемой разрешающей способности спектрального прибора при наблюдении этих спектров по сравнению с колебательно-вращательными спектрами.
19. Детекторы для газовой хроматографии: катарометр, пламенно-ионизационный, с электронным захватом, области их использования.
20. Критерий разрешения двух близких спектральных линий. Разложение электромагнитного излучения в спектр. Дифракционные и призмные приборы, определение разрешающей способности и линейной дисперсии для них.

Расчетные задачи к контрольной работе № 2

21. При хроматографическом анализе трехкомпонентной смеси веществ время выхода пиков сорбирующихся компонентов составили  $t_{r1} = 30$  с,  $t_{r2} = 36$  с при равной ширине пиков ( $\omega = 2$  с), площадь пиков 15.2 и 13.0 см<sup>2</sup> соответственно. Определить разрешение, эффективность, селективность хроматографической колонки и состав газовой смеси (объемный процент компонентов 1, 2, 3, коэффициент относительной чувствительности 1, 0.85 и 0.70 соответственно), если известно, что время выхода из нее несорбирующейся примеси  $t_{r0} = 3$  с, а площадь соответствующего пика – 1.8 см<sup>2</sup>.

22. Из анализируемого раствора, содержащего ионы трехвалентного металла, в результате электролиза при силе тока 1А за 35 мин на катоде выделено полностью 0,3772 г металла. Определить, какой металл был в растворе. Найти процентное содержание этого металла в сплаве, если электролиз проводился в аликвоте в 50см<sup>3</sup>, взятой из раствора, полученного при растворении 10г сплава в 1литре кислоты.

23. Навеску сплава массой 0,6578 г растворили в 1 литре кислоты, из полученного раствора отобрали 20 см<sup>3</sup> и через них в течение 20 мин пропускали ток силой 30 мА, в результате чего на катоде полностью выделилась медь. Определить массовую долю меди в сплаве ( $M_{Cu} = 63,55$ ).

24. Газовая смесь, содержащая 10 об.% азота, была проанализирована методом газ-адсорбционной хроматографии с использованием в качестве газа-носителя азота. Получены следующие результаты:

| Компоненты смеси                                      | Пропан | Бутан | Пентан | Циклогексан |
|---|--------|-------|--------|-------------|
| Площадь пика, мм <sup>2</sup>                         | 175    | 203   | 182    | 35          |
| Коэффициенты относительной чувствительности детектора | 0,68   | 0,68  | 0,69   | 0,85        |

Определить объемную долю всех компонентов смеси.

25. Навеску стали массой 0,3928 г растворили и довели объем раствора до 100 см<sup>3</sup>. К аликвоте раствора в 5 см<sup>3</sup> добавили необходимые реактивы, разбавили водой до 50 см<sup>3</sup> и при  $\lambda = 470$  нм измерили величину светопоглощения в кювете с толщиной поглощающего слоя в 1 см. Она оказалась равной  $A_{470} = 0,435$ . Определить массовую долю никеля в стали, если значение молярного коэффициента светопоглощения при 470 нм равно  $1,3 \cdot 10^4$  л/моль·см ( $M_{Ni} = 58,69$ ).

26. Порцию исследуемой воды объемом 25 мл разбавили в мерной колбе дистиллированной водой до 500 мл. Пробу подвергли анализу методом атомной эмиссионной спектроскопии с целью определения содержания кальция. При калибровке метода получили следующие результаты:

|                 |     |     |      |      |      |        |
|-----------------|-----|-----|------|------|------|--------|
| $C_{Ca}$ , мг/л | 0   | 5,0 | 10,0 | 30,0 | 50,0 | 70,0   |
| I, мА           | 0.2 | 7.8 | 16,0 | 47,6 | 80,2 | 111,0, |

а при измерении пробы I= 32,0 мА. Определить концентрацию кальция (мг/л) в анализируемой воде.

27. При анализе пятикомпонентной смеси методом газовой хроматографии получены следующие результаты:

| Компоненты смеси                                      | Бензол | Метилбензол | Этилбензол |
|---|--------|-------------|------------|
| Изопропилбензол                                       |        |             |            |
| Площадь пика, мм <sup>2</sup>                         | 20,6   | 22,9        | 30,5       |
| Коэффициенты относительной чувствительности детектора | 0,78   | 0,79        | 0,82       |
|   |        |             | 0,84       |

Определить массовую долю всех компонентов смеси, если известно, что массовая доля пропилбензола (не найденного компонента) компонента составляет 10%

28. Навеску  $m=0.205$  г. медь содержащего сплава растворили в кислоте и провели кулонометрическое (при постоянном потенциале) определение меди. Получили следующую зависимость тока от времени после включения потенциала:

|        |     |     |    |    |
|--------|-----|-----|----|----|
| t, мин | 1   | 5   | 15 | 30 |
| I, mA  | 169 | 134 | 73 | 30 |

Найти процентное содержание меди в сплаве.

29. Молярный коэффициент светопоглощения дитизоната меди в  $\text{CCl}_4$  при  $\lambda=550$  нм равен  $4,52 \cdot 10^4$  л/моль · см. Какую массовую долю меди можно определить, если из навески сплава массой 1 г получают  $25 \text{ см}^3$  раствора дитизоната в  $\text{CCl}_4$  и измеряют минимальную величину светопоглощения  $A_{550} = 0,020$  в кювете с толщиной поглощающего слоя 5 см ( $M_{\text{Cu}}=63,55$ )?

30. Определить относительный предел обнаружения железа спектрофотометрическим методом ( $\epsilon = 1 \cdot 10^4$  л/(мол · см), толщина измерительной кюветы  $l = 1$  см), если в результате проведения холостых экспериментов получены следующие значения светопоглощения A:

|          |       |       |       |       |       |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| № exper. | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
| A        | 0,015 | 0,018 | 0,012 | 0,014 | 0,016 |

Значение критерия Стьюдента  $t(0,95, 4) = 2,78$

31. Определите время, необходимое для полного выделения на катоде кадмия из  $20 \text{ см}^3$  раствора  $\text{CdSO}_4$  с концентрацией  $0,124$  моль/л, если электролиз проводится при силе тока  $0,1$  А ( $M_{\text{Cd}}=112,4$ ). Найдите процентное содержание кадмия в сплаве, если этот объем раствора был взят из продукта, полученного при растворении 14 г сплава в 0.5 л кислоты.

32. Оцените разницу в энергии нулевых и первых вращательных уровней молекул  $\text{H}_2$  и  $\text{D}_2$  (в эВ). Межъядерные расстояния в минимуме кривой потенциальной энергии у них одинаковы и равны  $0,74 \cdot 10^{-8}$  см.

33. Содержание антрацена в растворе определяли с использованием молекулярной электронной спектроскопии при длине волны 253 нм. В кювете сравнения находился раствор антрацена с известным содержанием антрацена – 30мг/л. Относительная оптическая плотность находящегося в измерительной кювете стандартного раствора с концентрацией антрацена 35мг/л  $A_{\text{отн.}} = 0,412$ , а для исследуемого раствора эта величина равна 0,396. Определить концентрацию антрацена в исследуемом растворе.

34. Навеску стекла массой 0,1000г растворили в смеси  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и HF, раствор выпарили и перенесли в колбу емкостью 250 мл, довели объем до метки водой. Полученный раствор анализировали на содержание натрия методом атомной эмиссионной спектроскопии. При калибровке метода получили следующие данные:

|                        |     |     |      |      |       |
|------------------------|-----|-----|------|------|-------|
| $C_{\text{Na}}$ , мг/л | 0   | 5,0 | 10,0 | 20,0 | 30,0  |
| I, mA                  | 0.2 | 7.8 | 16,0 | 31,5 | 47,5, |

а при измерении пробы  $I = 35$  mA. Определить массовую долю натрия в образце.

35. Определите силовую и вращательную постоянные для молекулы кислорода, если ее равновесное межъядерное расстояние равно  $1,21 \cdot 10^{-8}$  см, а собственная частота колебаний равна  $1580 \text{ см}^{-1}$ . Найдите энергию перехода между нулевым и первым колебательными уровнями молекулы.

36. Навеску сплава цветных металлов с массой 6.1г растворили в  $100 \text{ см}^3$  кислоты, и в аликвоте в  $25 \text{ см}^3$  путем электролиза при постоянном токе 0,2А в течение 45 мин полностью выделили на катоде медь ( $M=64$ ), а аноде свинец в виде  $\text{PbO}_2$  ( $M_{\text{Pb}}=207$ ). Определить массовую долю свинца и меди в сплаве (в мас.%).

37. Оцените влияние изотопного состава на разницу в энергии нулевых и первых колебательных уровней молекул  $\text{H}_2$  и  $\text{D}_2$  (в эВ). Собственные частоты колебания молекул  $\text{H}_2$  и  $\text{D}_2$  равны соответственно  $4400$  и  $3120 \text{ см}^{-1}$ . Определить силовые постоянные молекул.

38. Определите силовую и вращательную постоянные для молекулы кислорода, если ее равновесное межъядерное расстояние равно  $1,21 \cdot 10^{-8}$  см, а собственная частота колебаний



равна  $1580 \text{ см}^{-1}$ . Найдите энергию перехода между нулевым и первым колебательными уровнями молекулы.

39. При градуировке калий селективного электрода относительно стандартного электрода получены следующие результаты:

|                    |                   |                   |                   |                   |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| $C_{K^+}$ , моль/л | $1 \cdot 10^{-1}$ | $1 \cdot 10^{-2}$ | $1 \cdot 10^{-3}$ | $1 \cdot 10^{-4}$ |
| E, мВ              | 100               | 46,0              | -7,0              | -60,0             |

Затем навеску образца, содержащего  $K^+$  массой 0,200 г растворили в воде и довели объем до  $100 \text{ см}^3$ . Электродный потенциал в этом растворе составил 60,0 мВ. Определить массовую долю (%) калия в образце ( $M_K=39,1$ ).

41. Навеску сплава массой 2,1574 г растворили и довели объем до 100 мл. Определить процентное содержание серебра ( $A=108 \text{ а.е.м.}$ ) в сплаве, если при потенциометрическом титровании 25 мл этого раствора 0,125 н. раствором NaCl получили следующие результаты:

|             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| V(NaCl), мл | 16,0 | 18,0 | 19,0 | 19,5 | 19,9 | 20,0 | 20,1 | 20,5 | 21,0 |
| E, мВ       | 689  | 670  | 652  | 634  | 594  | 518  | 441  | 401  | 383  |

### Примеры вариантов контрольной работы № 2

#### ВАРИАНТ 1

1. Основные виды электрохимических методов анализа. Потенциометрия, ее основы, разновидности и области аналитического применения.

2. При хроматографическом анализе трехкомпонентной смеси веществ время выхода пиков сорбирующихся компонентов составили  $t_{r1} = 30 \text{ с}$ ,  $t_{r2} = 36 \text{ с}$  при равной ширине пиков ( $\omega = 2 \text{ с}$ ), площадь пиков 15.2 и 13.0  $\text{см}^2$  соответственно. Определить разрешение, эффективность, селективность хроматографической колонки и состав газовой смеси (объемный процент компонентов 1, 2, 3, коэффициент относительной чувствительности 1, 0.85 и 0.70 соответственно), если известно, что время выхода из нее несорбирующейся примеси  $t_{r0} = 3 \text{ с}$ , а площадь соответствующего пика – 1.8  $\text{см}^2$ .

#### ВАРИАНТ 2

1. Методы атомизации вещества для проведения атомного спектрального анализа. Необходимость атомизации пробы для разных методов атомного спектрального анализа (оптический и рентгеновский диапазон).

2. Из анализируемого раствора, содержащего ионы трехвалентного металла, в результате электролиза при силе тока 1А за 35 мин на катоде выделено полностью 0,3772 г металла. Определить, какой металл был в растворе. Найти процентное содержание этого металла в сплаве, если электролиз проводился в аликвоте в  $50 \text{ см}^3$ , взятой из раствора, полученного при растворении 10г сплава в 1литре кислоты.

#### ВАРИАНТ 3

1. Основные характеристики хроматографических методов анализа: разрешение, эффективность, селективность, их взаимосвязь. Разновидности неподвижной фазы для жидкостной хроматографии.

2. Навеску сплава массой 0,6578 г растворили в 1 литре кислоты, из полученного раствора отобрали  $20 \text{ см}^3$  и через них в течение 20 мин пропускали ток силой 30 мА, в результате чего на катоде полностью выделилась медь. Определить массовую долю меди в сплаве ( $M_{Cu} = 63,55$ ).

#### ВАРИАНТ 4

1. Спектральные методы анализа, их классификация, назначение и типичные зависимости «аналитический сигнал-концентрация». Энергетические диапазоны для различных спектральных методов анализа. Блок-схемы спектральных приборов.

2. Газовая смесь, содержащая 10 об.% азота, была проанализирована методом газо-адсорбционной хроматографии с использованием в качестве газа-носителя азота. Получены следующие результаты:

| Компоненты смеси                                      | Пропан | Бутан | Пентан | Циклогексан |
|---|--------|-------|--------|-------------|
| Площадь пика, мм <sup>2</sup>                         | 175    | 203   | 182    | 35          |
| Коэффициенты относительной чувствительности детектора | 0,68   | 0,68  | 0,69   | 0,85        |

Определить объемную долю всех компонентов смеси.

#### ВАРИАНТ 5

1. Атомный спектральный анализ (АСА): назначение, атомный спектр водорода, классификация методов АСА, необходимое состояние анализируемой пробы для каждого из них, энергетические диапазоны наблюдения.

2. Навеску стали массой 0,3928 г растворили и довели объем раствора до 100 см<sup>3</sup>. К аликвоте раствора в 5 см<sup>3</sup> добавили необходимые реактивы, разбавили водой до 50 см<sup>3</sup> и при  $\lambda = 470$  нм измерили величину светопоглощения в кювете с толщиной поглощающего слоя в 1 см. Она оказалась равной  $A_{470} = 0,435$ . Определить массовую долю никеля в стали, если значение молярного коэффициента светопоглощения при 470 нм равно  $1,3 \cdot 10^4$  л/моль·см ( $M_{Ni} = 58,69$ ).

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Рекомендуемая литература**

#### ***А) Основная:***

1. Конюхов В.Ю. Хроматография: учебник. С.-Петербург-М.-Краснодар, 2012. 222 с.
2. Аналитическая химия. Методы идентификации и определения веществ : учебник Под редакцией Л. Н. Москвина. Санкт-Петербург: Лань, 2019. 584 с. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/112067> (дата обращения: 04.02.2020).

#### ***Б) Дополнительная:***

1. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа. Учебник для вузов./ под ред. О.М. Петрухина. М.: Химия, 2001. 496 с.
2. Дёрффель К. Статистика в аналитической химии. М.: Мир, 1994. 268 с.
3. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа. М.: Высшая школа, 1991. 255 с.
4. Сысоев А.А., Чупахин М.С. Введение в масс-спектрометрию. М.: Атомиздат, 1977. 304 с.
5. Основы аналитической химии. в 2 тт./Под ред. акад. Ю.А.Золотова. М.: Высшая школа, Т.1. 1999. 351 с. Т.2. 1999. 494 с.

### **9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации**

#### **Научно-технические журналы**

1. Журнал аналитической химии ISSN 0044-4502.
2. Альманах современной метрологии. ISSN 2313-8068
3. Заводская лаборатория. Диагностика материалов. ISSN 1028-6861

4. Журнал прикладной спектроскопии» ISSN 0514-7506
5. Журнал Analytical Chemistry ISSN 0003-2700
6. Журнал Annual Review of Analytical Chemistry ISSN 1936-1327

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации лекций;
- раздаточный иллюстративный материал к лекциям.

При переходе на электронное обучение (ЭО) и дистанционные образовательные технологий (ДОТ) для реализации рабочей программы применяются: следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения дисциплины:

- электронная информационно-образовательная среда РХТУ (ЭИОС);
- сервисы по доставке e-mail сообщений;
- платформа для проведения онлайн конференций и вебинаров – Zoom (<https://zoom.us>).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 04.02.2020).

- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/94/91/6/67> (дата обращения: 04.02.2020).

- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 04.02.2020).

При освоении дисциплины обучающиеся должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 04.02.2020).

- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 04.02.2020).

- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 04.02.2020).

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в специалитете направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» включает в себя лекции, практические занятия и самостоятельную работу. Теоретическая часть изучаемой дисциплины занимает 32 часа и содержит необходимый теоретический материал по физико-химическим основам современных методов анализа, возможностям и областям применения физико-химического анализа. Практические занятия (16 часов) отводятся для закрепления теоретических знаний и приобретения определенных практических навыков работы с современными аналитическими приборами для получения достоверных результатов.

Дисциплина включает в себя 6 разделов, каждый из которых посвящен таким важнейшим современным методам, как масс-спектрометрия, спектральные, хроматографические, электрохимические, радиочастотные (ЯМР, ЭПР) методы, которые широко используются в профессиональной деятельности современных инженеров как по специальности «Химическая технология материалов современной энергетики» так и в других областях науки и техники.

В течение семестра обучающиеся выполняют 2 письменные контрольные работы.

Для подготовки к контрольной работе преподаватель совместно с обучающимися демонстрируют решение типовых задач по соответствующим разделам дисциплины на практических занятиях. В билеты контрольных работ включены два вопроса, один из которых касается теоретической части дисциплины, а второй включает решение задачи. По результатам каждой контрольной работы обучающийся может получить максимально 50 баллов. Сроки проведения контрольных работ устанавливаются преподавателем после завершения теоретического рассмотрения разделов дисциплины, включенных в вопросы билетов. Изучение дисциплины «Физико-химические методы анализа» заканчивается зачетом, который выставляется по результатам текущей работы в виде выполнения и сдачи лабораторных работ.

При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из основных и дополнительных литературных источников, представленных в п. 9.1. данной рабочей программы. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1, либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### **11.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» изучается в 6 семестре специалитета.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что обучающиеся имеют общую подготовку по пройденным ранее общенаучным, инженерным дисциплинам в объеме, предусмотренном учебным планом специальности, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала.

Основной задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине, является передача обучающимся комплекса знаний о современных физико-химических методах анализа и тех возможностях, которые они могут дать в последующей профессиональной деятельности специалиста для обеспечения качества как научно-исследовательской, так и в производственной работы.

На вводном лекционном занятии преподавателю необходимо дать обучающимся понимание значимости оценки степени достоверности результата любого аналитического определения, т.к. этот результат становится отвечающим реальности только при указании доверительного интервала. На этом же занятии необходимо особо отметить роль предварительной подготовки пробы с тем, чтобы она была представительной и адекватно отражала состав объекта анализа.

Учитывая, что дисциплина «Физико-химические методы анализа» преподается будущим специалистам – пользователям методов анализа, то в ходе последующего рассмотрения конкретных физико-химических методов необходимо особое внимание обращать на ту информацию, получение которой может обеспечить тот или иной метод. Материал дисциплины должен опираться на полученные знания и быть ориентирован на их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями. Обучение может быть организовано как в виде традиционных лекций и практических занятий, так и научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по дисциплине является широкое использование иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Иллюстративный материал включает презентации по разделам дисциплины, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа

Для более глубокого изучения предмета в рамках самостоятельной работы преподаватель может рекомендовать обучающимся использование периодических журналов и Интернет-ресурсов.

Конечной целью преподавания дисциплины должна стать полученная обучающимся способность самостоятельного выбора метода анализа в зависимости от поставленной перед ним конкретной задачи определения состава вещества. Форма итогового контроля освоения дисциплины служит зачет, который выставляется по результатам текущей работы в виде выполнения и сдачи лабораторных работ

## **11.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; лабораторные работы, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; онлайн консультации по курсовому проектированию; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается) и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;

- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

## **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2020 составляет 1 715 452 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

### **Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения**

| № | Электронный ресурс | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором |
|---|--------------------|---|---|
|   |                    |   |   |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| 1 | <p>Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ»</p>   | <p>Принадлежность - сторонняя<br/>Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г.<br/>Сумма договора – 642 083-68<br/>Срок действия с «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Дополнительный Договор № 33.03-Р-3.1-2217/2020 от 02.03.2020 г.<br/>Сумма договора- 30 994-52<br/>Срок действия с «02» марта 2020 г. по «25» сентября 2020 г.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br/>Сумма договора – 747 661-28<br/>Срок действия Договора с «26» сентября 2020г. по «25» сентября 2021г.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.<br/>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p> | <p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки"-изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика»-изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент»- изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> |
| 2 | <p>Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)</p> | <p>Принадлежность – собственная РХТУ.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a><br/>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера</p>   | <p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>  |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 3 | Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России». | Принадлежность сторонняя.<br>Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 189-2647А/2019 От 09.01.2020 г.<br>Сумма договора – 601110-00 С «01» января.2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a><br>Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ. | Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД   |
| 4 | Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ).                                     | Принадлежность – сторонняя<br>Реквизиты договора – ФГБУ РГБ, Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br>Сумма договора - 398 840-00 С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a><br>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.   | В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации. |
| 5 | БД ВИНТИ РАН  | Принадлежность сторонняя,<br>Реквизиты договора- ВИНТИ РАН<br>Договор № 33.03-Р-3.1-2047/2019 от 25 февраля 2020 г.<br>Сумма договора - 100 000-00 С «25» февраля 2020 г. по «24» февраля 2021 г.<br>Ссылка на сайт- <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a><br>Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.                       | Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов  |



|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| 6 | Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru» | <p>Принадлежность – сторонняя<br/> Реквизиты договора –<br/> ООО Научная электронная библиотека,<br/> договор № 33.03-Р-3.1<br/> 2087/2019<br/> Сумма договора – 1100017-00<br/> С «01» января 2020 г.<br/> по «31» декабря 2020 г.<br/> Ссылка на сайт –<br/> <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | <p>Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.</p> |
| 7 | Справочно-правовая система «Консультант+»   | <p>Принадлежность сторонняя-<br/> Договор № 174-247ЭА/2019 от 26.12.2019 г.<br/> Сумма договора - 927 029-80<br/> С «01» января 2020 г.<br/> по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт-<br/> <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>  | <p>Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.</p>   |
| 8 | Справочно-правовая система Гарант»          | <p>Принадлежность сторонняя<br/> Договор №166-235ЭА/2019 от 23.12.2019 г.<br/> Сумма договора - 603 949-84</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/> по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>   | <p>Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.</p>  |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 9  | Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"   | <p>Принадлежность сторонняя-«Электронное издательство ЮРАЙТ»<br/>Договор № 33.03-Р-3.1-220/2020 от 16.03.2020 г.</p> <p>Сумма договора - 324 000-00</p> <p>С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> | <p>Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.</p> |
| 10 | Электронно-библиотечная система «Консультант студента» | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «Политехресурс»<br/>Договор № 33.03-Р-3.1-218/2020 От «16» марта 2020 г.</p> <p>Сумма договора-36 500-00</p> <p>С «17» марта 2020 г. по «16» марта 2021 г</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>       | <p>Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».</p>  |

|    |   |   |  |
|----|---|---|--|
| 11 | Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»     | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «ЗНАНИУМ», Договор № 4309 эбс 33.03-Р-3.1-2215/2020 от «20» марта 2020 г. Сумма договора-30 000-00</p> <p>С «20» марта 2020 г. по «19» марта 2021г</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>   | Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.       |
| 12 | Информационно-аналитическая система Science Index | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «Научная электронная библиотека» Договор № СИО-364/19 33.03-Р-3.1-2103/2019 от «17» февраля 2020 г. Сумма договора-90 000-00 Срок действия с «17» февраля2020 г. по «16» февраля 2021 г. Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ</p>   | Дистанционная поддержка публикационной активности преподавателей университета  |
| 13 | Издательство Wiley                                | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 694</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации.</p> | Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др. |

|    |   |  |  |
|----|---|--|--|
| 14 | QUESTEL ORBIT   | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 09.10.2020 г. № 1162</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт – <a href="https://orbit.com">https://orbit.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>   | <p>ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.</p>   |
| 15 | American Chemical Society   | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 637</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа: <a href="https://pubs.acs.org/page/remotecaccess">https://pubs.acs.org/page/remotecaccess</a></p> | <p>Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society</p>   |
| 16 | База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.07.2020 г. № 712</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ.</p>   | <p>Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза.</p> <p>Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.</p> |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 17 | Ресурсы международной компании Clarivate Analytics | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 692</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1j2TUymdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1j2TUymdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Удаленный доступ.</p> | <p>Открыт доступ к ресурсам: <b>WEB of SCIENCE</b> – реферативная и наукометрическая база данных. <b>MEDLINE</b> – реферативная база данных по медицине.</p>   |
| 18 | Электронные ресурсы издательства SpringerNature    | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ.</p>  | <p>- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>- Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group <a href="https://www.nature.com/siteindex/index.html">https://www.nature.com/siteindex/index.html</a></p> <p>- Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols <a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a></p> <p>- Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a></p> <p>- Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме</p> <p>- Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH</p> |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
|    |  |  | <p><a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a><br/>- Nano Database<br/><a href="https://goo.gl/PdhJdo">https://goo.gl/PdhJdo</a><br/>Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a></p>   |
| 19 | База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service  | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 635 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a><br/>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.</p>  | <p>SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.</p> |
| 20 | Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 772 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a><br/>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.<br/>Удаленный доступ.</p>   | <p>«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов.<br/>«Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук.<br/>Доступ к архивам 2015-2019 гг.</p>                          |
| 21 | American Institute of Physics (AIP)                        | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 № 1188 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="http://scitation.aip.org">http://scitation.aip.org</a><br/>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.scitation.org/remote-access">https://www.scitation.org/remote-access</a></p> | <p>Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP).</p>   |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
| 22 | Scopus   | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>         Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>         Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189<br/>         С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/>         Ссылка на сайт – <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>.<br/>         Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>         Удаленный доступ.</p>  | <p>Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства <b>ELSEVIER</b></p>  |
| 23 | Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество) | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>         Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>         Информационное письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196<br/>         С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/>         Ссылка на сайт – <a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a><br/>         Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>         Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access">https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access</a></p> | <p>Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.</p> |

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов:

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

21. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>  
Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

22. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>  
В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

23. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>  
База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

24. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>  
Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

25. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>  
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

26. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>  
Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

27. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>  
ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

28. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>  
PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

29. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>  
Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.

30. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>  
Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС); [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru) Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального Бюллетеня

### **13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**



В соответствии с учебным планом, в 6 семестре занятия по дисциплине «Физико-химические методы анализа» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### **. 13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для обучающихся, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

### **13.2. Учебно-наглядные пособия:**

Учебные пособия по дисциплине; презентации и иной раздаточный материал к разделам дисциплины.

### **13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине, справочные материалы в печатном и электронном виде.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации; учебно-методические разработки в электронном виде; банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины.

### **13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения**

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|--|--|--|---|
| 1     | <p>Неисключительная лицензия на использование Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprise</p> <p>В составе:</p> <p>7) В составе Microsoft Office Professional Plus 2019:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> </ul> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>657 комплектов.</p> <p>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p> <p>Каждый комплект включает:</p> <p>1) Лицензию на комплекс для создания презентаций, электронных текстов и таблиц, обработки баз данных Microsoft Office.</p> <p>2) Лицензию для подключения пользователей к серверным системам Microsoft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exchange Server</li> </ul> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки                      | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии |
|-------|---|--|---|----------------------------------|
|       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> <p>8) Microsoft Core CAL</p> <p>9) Microsoft Windows Upgrade</p> |  | <p>Standard,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exchange Server Enterprise,</li> <li>• SharePoint Server,</li> <li>• Skype для бизнеса Server,</li> <li>• Windows MultiPoint Server Premium,</li> <li>• Windows Server Standard,</li> <li>• Windows Server Data Center</li> </ul> <p>3) Лицензию на обновление операционной системы для рабочих станций Windows 10.<br/>Дополнительно на ВУЗ предоставляется право на использование 1 (одной) лицензии средств разработки в рамках учебных компьютеров одного технического, естественнонаучного факультета (кафедры) и предоставления студентам для целей обучения Azure Dev Tools for Teaching.<br/>Количество активаций неограниченно в рамках подразделения.</p> |                                  |
| 2     | <p>Неисключительная лицензия на использование Учебный Комплект Компас-3D v18 на 50 мест.<br/>Проектирование и конструирование в машиностроении, лицензия.</p>                           | <p>10) Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>2 лицензии на учебный комплект программного обеспечения для проектирования и конструирования в машиностроении, рассчитанные на активацию на 50 мест каждая.</p>  | <p>бессрочно</p>                 |

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки               | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|---|---|--|
| 3     | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users   | 11) Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (одна) сетевая лицензия на 200 пользователей  | бессрочно  |
| 4     | Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition Legalization GetGenuine Legalization  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020     | 150 лицензий. Соглашение Microsoft OLV № V6159937   | бессрочно  |
| 5     | Неисключительная лицензия на использование SysCtrDatactrCore ALNG LicSAPk OLVS 16License E 1Y AcademicEdition Additional Product CoreLic<br>Предоставляет право на использование продуктов Microsoft: Configuration Manager Data Protection Manager Endpoint Protection Operations Manager Orchestrator Service Manager Virtual Machine Manager | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020     | 1 (один) комплект, включающий 16 (шестнадцать) лицензий для активации на 16 (шестнадцати) физических процессорных ядрах. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|--|--|--|---|
| 6     | <p>Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP</p> <p>Приложения в составе подписки: Outlook, OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams</p>   | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 7.    | <p>Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft</p> <p>Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams</p>                                      | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p>                             | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 8.    | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License</p> <p>По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах</p>  | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки               | Количество лицензий                         | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---|---|--|
| 9.    | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред | 12) Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 20 лицензий для виртуальных и облачных сред | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 10.   | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов                           | 13) Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2000 лицензий для почтовых серверов         | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

#### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки            |
|--|---|---|
| <b>Раздел 1.<br/>Порядок проведения анализа и его метрологические характеристики</b> | <b>Знает:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- основные возможности в получении информации о структуре и составе вещества при использовании различных физико-химических методов анализа;</li><li>- физико-химические основы современных методов анализа;</li><li>- основные метрологические характеристики различных физико-химических методов анализа;</li><li>- последовательность операций при подготовке пробы для проведения анализа, обеспечивающая ее представительность.</li></ul> <b>Умеет:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- рассчитывать предел обнаружения вещества в анализируемом объекте по заданным результатам проведенных холостых экспериментов;</li><li>- находить в результатах аналитических определений систематические ошибки и промахи;</li></ul> <b>Владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- методами статистической оценки достоверности полученных результатов аналитического определения концентрации вещества.</li></ul> | Оценка за контрольную работу №1 (6 семестр) |

|  |  |  |
|--|--|--|
| <p><b>Раздел 2.</b><br/><b>Масс-спектрометрия</b></p>          | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные возможности в получении информации о структуре и составе вещества при использовании различных физико-химических методов анализа,</li> <li>- физико-химические основы современных методов анализа;</li> <li>- основные метрологические характеристики различных физико-химических методов анализа.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбрать оптимальный метод анализа в зависимости от задачи аналитического определения;</li> <li>- рассчитать необходимые параметры для получения необходимого аналитического сигнала на основе знания физико-химических основ метода анализа.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчетными методами обработки величины аналитического сигнала, полученного в физико-химическом методе анализа, для получения целевой информации о концентрации определяемого вещества.</li> </ul>  | <p>Оценка за контрольную работу №1 (6 семестр)</p> |
| <p><b>Раздел 3.</b><br/><b>Спектральные методы анализа</b></p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные возможности в получении информации о структуре и составе вещества при использовании различных физико-химических методов анализа,</li> <li>- физико-химические основы современных методов анализа;</li> <li>- основные метрологические характеристики различных физико-химических методов анализа.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбрать оптимальный метод анализа в зависимости от задачи аналитического определения ;</li> <li>- рассчитать необходимые параметры для получения необходимого аналитического сигнала на основе знания физико-химических основ метода анализа.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчетными методами обработки величины аналитического сигнала, полученного в физико-химическом методе анализа, для получения целевой информации о концентрации определяемого вещества.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №1 (6 семестр)</p> |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p><b>Раздел 4.</b><br/><b>Хроматография</b></p>                    | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные возможности в получении информации о структуре и составе вещества при использовании различных физико-химических методов анализа,</li> <li>- физико-химические основы современных методов анализа;</li> <li>- основные метрологические характеристики различных физико-химических методов анализа.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбрать оптимальный метод анализа в зависимости от задачи аналитического определения;</li> <li>- рассчитать необходимые параметры для получения необходимого аналитического сигнала на основе знания физико-химических основ метода анализа</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчетными методами обработки величины аналитического сигнала, полученного в физико-химическом методе анализа, для получения целевой информации о концентрации определяемого вещества.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №1 (6 семестр)</p>  |
| <p><b>Раздел 5.</b><br/><b>Электрохимические методы анализа</b></p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные возможности в получении информации о структуре и составе вещества при использовании различных физико-химических методов анализа;</li> <li>- физико-химические основы современных методов анализа;</li> <li>- основные метрологические характеристики различных физико-химических методов анализа.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбрать оптимальный метод анализа в зависимости от задачи аналитического определения;</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчетными методами обработки величины аналитического сигнала, полученного в физико-химическом методе анализа, с целью получения целевой информации о концентрации определяемого вещества.</li> </ul>   | <p>Оценка за контрольную работу № 2 (6 семестр)</p> |
| <p><b>Раздел 6.</b><br/><b>Радиочастотные методы анализа</b></p>    | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные возможности в получении информации о структуре и составе вещества при использовании различных физико-химических методов анализа;</li> <li>- физико-химические основы современных методов анализа;</li> </ul>  | <p>Оценка за контрольную работу № 2 (6 семестр)</p> |



|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>- основные метрологические характеристики различных физико-химических методов анализа.</p> <p><b>Умеет:</b></p> <p>- выбрать оптимальный метод анализа в зависимости от задачи аналитического определения;</p> <p><b>Владеет:</b></p> <p>- знаниями о содержании информации о структуре вещества при использовании данного физико-химического метода анализа.</p> |  |
|--|--|--|

## 15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

1. Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

2. Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета Д.И.Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

3. Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**  
**«Физико-химические методы анализа»**  
**основной образовательной программы**  
**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**  
код и наименование направления подготовки (специальности)

**Специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла»**

**Специализация № 2 «Технология разделения и применение изотопов»**

**Специализация № 3 «Технология теплоносителей и радиозэкология ядерных энергетических установок»**

**Специализация № 5 «Радиационная химия и радиационное материаловедение»**

наименование ООП

Форма обучения: очная

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения                          |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
| 2.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
| 3.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
| 4.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«ТЕХНОЛОГИЯ ОСНОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ СОВРЕМЕННОЙ  
ЭНЕРГЕТИКИ И ОСНОВЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ»**

**Специальность 18.05.02 Химическая технология материалов  
современной энергетики**

**Специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного  
топливного цикла»**

**Специализация № 2 «Технология разделения и применение изотопов»**

**Специализация № 3 «Технология теплоносителей и радиоэкология  
ядерных энергетических установок»**

**Специализация № 5 «Радиационная химия и радиационное  
материаловедение»**

**Квалификация «инженер»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2020 г.**

Программа составлена::

к.х.н., доцентом, заведующим кафедрой химии высоких энергий и радиоэкологии РХТУ им. Д.И. Менделеева Э.П. Магомедбековым;

д.х.н., профессором, профессором кафедры химии высоких энергий и радиоэкологии РХТУ им. Д.И. Менделеева, А.В. Очкиным;

старшим преподавателем кафедры химии высоких энергий и радиоэкологии РХТУ им. Д.И. Менделеева, А.А. Фениным;

д.х.н., профессором, профессором кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе РХТУ им. Д.И. Менделеева, А.М. Чекмаревым;

к.х.н., доцентом, доцентом кафедры технологии изотопов и водородной энергетики РХТУ им. Д.И. Менделеева, А.В. Хорошиловым;

к.т.н., доцентом, доцентом кафедры технологии изотопов и водородной энергетики РХТУ им. Д.И. Менделеева, А.В. Варезкиным

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института материалов современной энергетики и нанотехнологии «18» марта 2020 г., протокол № 6.

## СОДЕРЖАНИЕ

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | Цели и задачи дисциплины   | 4  |
| 2.    | Требования к результатам освоения дисциплины   | 4  |
| 3.    | Объем дисциплины и виды учебной работы   | 6  |
| 4.    | Содержание дисциплины  | 7  |
| 4.1.  | Разделы дисциплины и виды занятий  | 7  |
| 4.2.  | Содержание разделов дисциплины   | 9  |
| 5.    | Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины  | 19 |
| 6.    | Практические и лабораторные занятия  | 23 |
| 6.1.  | Практические занятия. Примерные темы практических занятий по дисциплине  | 23 |
| 6.2.  | Лабораторные занятия   | 26 |
| 7.    | Самостоятельная работа   | 26 |
| 8.    | Примеры оценочных средств для контроля освоения дисциплины   | 27 |
| 8.1.  | Примерная тематика реферативно-аналитической работы  | 27 |
| 8.2.  | Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины   | 27 |
| 8.3.  | Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины   | 41 |
| 8.4.  | Структура и примеры билетов для итогового контроля   | 48 |
| 9.    | Учебно-методическое обеспечение дисциплины   | 50 |
| 9.1.  | Рекомендуемая литература   | 50 |
| 9.2.  | Рекомендуемые источники научно-технической информации  | 52 |
| 9.3.  | Средства обеспечения освоения дисциплины   | 53 |
| 10.   | Методические указания для обучающихся  | 54 |
| 10.1. | Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                | 54 |
| 10.2. | Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                 | 55 |
| 11.   | Методические указания для преподавателей   | 55 |
| 11.1. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий | 55 |
| 11.2. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий  | 58 |
| 12.   | Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе  | 58 |
| 13.   | Материально-техническое обеспечение дисциплины   | 69 |
| 13.1. | Оборудование, необходимое в образовательном процессе:  | 69 |
| 13.2. | Учебно-наглядные пособия   | 69 |
| 13.3. | Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства  | 69 |
| 13.4. | Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы  | 69 |
| 13.5. | Перечень лицензионного программного обеспечения  | 69 |
| 14.   | Требования к оценке качества освоения программы  | 74 |
| 15.   | Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья                                 | 77 |

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрами химии высоких энергий и радиозэкологии, технологии редких элементов и наноматериалов на их основе, технологии изотопов и водородной энергетики РХТУ им. Д.И.Менделеева. Рабочая программа рассчитана на изучение в течение четырех семестров.

Дисциплина «Технология основных материалов современной энергетики и основы радиационной безопасности» относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)» обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физической химии и других дисциплин образовательных программ подготовки инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики.

**Цель дисциплины** – создание у обучающихся общей теоретической и методологической базы знаний в области химии и технологии материалов современной энергетики, включающей представления о широком спектре производственных задач, входящих в пределы их компетенции, основах и взаимосвязи используемых методов и вариантах их практического применения.

### **Задачи дисциплины:**

- формирование у будущих инженеров теоретических знаний в области химической технологии материалов современной энергетики;
- формирование представления об основных технологических процессах и оборудовании, используемом на предприятиях ядерной отрасли и в производстве материалов современной энергетики;
- формирование базы теоретических знаний в области основных задач радиационной безопасности и методов их реализации.

Дисциплина «Технология основных материалов современной энергетики и основы радиационной безопасности» читается в 5, 7, 8 и 9 семестрах. Контроль успеваемости обучающихся ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

## 2 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Технология основных материалов современной энергетики и основы радиационной безопасности» при подготовке инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализациям № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», № 2 «Технология Разделения и применение изотопов», № 3 «Технология теплоносителей и радиозэкология ядерных энергетических установок», № 5 «Радиационная химия и радиационное материаловедение», направлено на формирование следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

### **Общепрофессиональные компетенции:**

- способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения своей профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способность работать с научно-технической и патентной литературой и использовать полученную информацию при осуществлении своей профессиональной деятельности (ОПК-4);

### **Профессиональные компетенции:**

- способность к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса (ПК-2);
- способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);
- способность принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4);
- готовность использовать действующие нормативные документы в области радиационной и ядерной безопасности (ПК-8);
- способность к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач (ПК-9);
- готовность использовать методы оценки риска и разрабатывать меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий обращения с объектами профессиональной деятельности (ПК-11);
- способность управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка (ПК-15);
- способность к использованию современных систем управления качеством применительно к конкретным условиям производства на основе международных стандартов (ПК-16).

В результате освоения дисциплины «Технология основных материалов современной энергетики и основы радиационной безопасности» обучающийся должен:

***знать:***

- основные стадии ядерного топливного цикла;
- экологические последствия эксплуатации АЭС;
- законы РФ и нормативные документы по использованию атомной энергии, радиационной безопасности и обращению с радиоактивными отходами;
- химические процессы при воздействии ионизирующего излучения на вещество, основы дозиметрии и дозиметрического контроля;
- принципиальные основы и особенности процессов, используемых в технологии материалов современной энергетики;
- аппаратное оформление и последовательность построения технологических схем для решения задач, связанных с переработкой ОЯТ и обращением с РАО, производством редких элементов, стабильных изотопов и особо чистых веществ;

***уметь:***

- использовать полученные знания для оценки возможности строительства новых АЭС, расчета ориентировочных капитальных затрат и эксплуатационных расходов;
- оценивать радиационную опасность радионуклидов и материалов;
- применять базовые знания в области химии и технологии материалов современной энергетики для решения конкретных задач и совершенствования эксплуатируемых технологических схем;
- выполнять расчетные оценки основных характеристик, применяемых в технологии материалов современной энергетики;
- определять требования к используемым рабочим веществам и оптимальные условия осуществления процессов, применяемых в технологии материалов современной энергетики;

***владеть:***

- основными технологическими способами переработки урансодержащего сырья, его выделению и обогащению по изотопу  $^{235}\text{U}$ ;

- навыками расчета дозы в рабочих помещениях и дозовых нагрузок на персонал.
- основами выбора отдельных стадий и рациональных технологических схем получения материалов современной энергетики, сочетания имеющихся и создание новых схем;
- навыками расчета, сравнительной оценки и поиска оптимальных параметров процессов, применяемых в технологии материалов современной энергетики;
- основами анализа современных тенденций в технологии материалов современной энергетики.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                             | Всего        |            | Семестр      |           |                        |            |                |           |                |            |
|--|--------------|------------|--------------|-----------|------------------------|------------|----------------|-----------|----------------|------------|
|  |              |            | 5            |           | 7                      |            | 8              |           | 9              |            |
|  | ЗЕ           | Акад. ч.   | ЗЕ           | Акад. ч.  | ЗЕ                     | Акад. ч.   | ЗЕ             | Акад. ч.  | ЗЕ             | Акад. ч.   |
| Общая трудоемкость дисциплины                  | 22           | 792        | 2            | 72        | 6                      | 216        | 6              | 216       | 8              | 288        |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>8,39</b>  | <b>302</b> | <b>0,89</b>  | <b>32</b> | <b>2,5</b>             | <b>90</b>  | <b>2,5</b>     | <b>90</b> | <b>2,5</b>     | <b>90</b>  |
| Лекции   | 4,445        | 160        | 0,445        | 16        | 1,33                   | 48         | 1,33           | 48        | 1,33           | 48         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 3,945        | 142        | 0,445        | 16        | 1,17                   | 42         | 1,17           | 42        | 1,17           | 42         |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | -            | -          | -            | -         | -                      | -          | -              | -         | -              | -          |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>11,61</b> | <b>418</b> | <b>1,11</b>  | <b>40</b> | <b>3,5</b>             | <b>126</b> | <b>2,5</b>     | <b>90</b> | <b>4,5</b>     | <b>162</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 11,61        | 0,6        | 1,11         | 0,2       | 3,5                    | 0,4        | 2,5            | -         | 4,5            | -          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |              | 417,4      |              | 39,8      |                        | 125,6      |                | 90        |                | 162        |
| <b>Виды контроля:</b>                          |              |            |              |           |                        |            |                |           |                |            |
| Зачет  |              |            | +            | +         |                        |            |                |           |                |            |
| Зачет с оценкой                                |              |            |              |           | +                      | +          |                |           |                |            |
| <b>Экзамен</b>                                 |              |            |              |           |                        |            | <b>1</b>       | <b>36</b> | <b>1</b>       | <b>36</b>  |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 2            | 0,8        |              |           |                        |            | 1              | 0,4       | 1              | 0,4        |
| Подготовка к экзамену                          |              | 71,2       |              |           |                        |            |                | 35,6      |                | 35,6       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |              |            | <b>Зачет</b> |           | <b>Зачет с оценкой</b> |            | <b>Экзамен</b> |           | <b>Экзамен</b> |            |



| Вид учебной работы                             | Всего        |              | Семестр      |           |                        |             |                |             |                |              |
|--|--------------|--------------|--------------|-----------|------------------------|-------------|----------------|-------------|----------------|--------------|
|  |              |              | 5            |           | 7                      |             | 8              |             | 9              |              |
|  | ЗЕ           | Астр. ч.     | ЗЕ           | Астр. ч.  | ЗЕ                     | Астр. ч.    | ЗЕ             | Астр. ч.    | ЗЕ             | Астр. ч.     |
| Общая трудоемкость дисциплины                  | 22           | 594          | 2            | 54        | 6                      | 162         | 6              | 162         | 8              | 216          |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>8,39</b>  | <b>226,5</b> | <b>0,89</b>  | <b>24</b> | <b>2,5</b>             | <b>67,5</b> | <b>2,5</b>     | <b>67,5</b> | <b>2,5</b>     | <b>67,5</b>  |
| Лекции   | 4,445        | 120          | 0,445        | 12        | 1,33                   | 36          | 1,33           | 36          | 1,33           | 36           |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 3,945        | 106,5        | 0,445        | 12        | 1,17                   | 31,5        | 1,17           | 31,5        | 1,17           | 31,5         |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | -            | -            | -            | -         | -                      | -           | -              | -           | -              | -            |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>11,61</b> | <b>313,5</b> | <b>1,11</b>  | <b>30</b> | <b>3,5</b>             | <b>94,5</b> | <b>2,5</b>     | <b>67,5</b> | <b>4,5</b>     | <b>121,5</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 11,61        | 0,45         | 1,11         | 0,15      | 3,5                    | 0,3         | 2,5            | -           | 4,5            | -            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |              | 313,05       |              | 29,85     |                        | 94,2        |                | 67,5        |                | 121,5        |
| <b>Виды контроля:</b>                          |              |              |              |           |                        |             |                |             |                |              |
| Зачет  |              |              | +            | +         |                        |             |                |             |                |              |
| Зачет с оценкой                                |              |              |              |           | +                      | +           |                |             |                |              |
| <b>Экзамен</b>                                 |              |              |              |           |                        |             | <b>1</b>       | <b>27</b>   | <b>1</b>       | <b>27</b>    |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 2            | 0,6          |              |           |                        |             | 1              | 0,3         | 1              | 0,3          |
| Подготовка к экзамену.                         |              | 54,3         |              |           |                        | 26,7        |                | 26,7        |                |              |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |              |              | <b>Зачет</b> |           | <b>Зачет с оценкой</b> |             | <b>Экзамен</b> |             | <b>Экзамен</b> |              |

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п            | Раздел дисциплины  | Академ. часов |           |               |                |
|------------------|--|---------------|-----------|---------------|----------------|
|                  |  | Всего         | Лекции    | Практ. занят. | Самост. работа |
| <b>5 семестр</b> |  |               |           |               |                |
| <b>1.</b>        | <b>Раздел 1. Введение в технологию материалов современной энергетики</b> | <b>72</b>     | <b>16</b> | <b>16</b>     | <b>40</b>      |
| 1.1              | Основные понятия атомной энергетики                                      | 43            | 10        | 10            | 23             |
| 1.2              | Обращение с радиоактивными отходами и вопросы радиационной безопасности  | 29            | 6         | 6             | 17             |
|                  | Форма контроля - зачет   | +             |           |               |                |
|                  | <b>Всего в 5 семестре</b>  | <b>72</b>     | <b>16</b> | <b>16</b>     | <b>40</b>      |

| № п/п            | Раздел дисциплины  | Академ. часов |            |               |                |
|------------------|--|---------------|------------|---------------|----------------|
|                  |  | Всего         | Лекции     | Практ. занят. | Самост. работа |
| <b>7 семестр</b> |  |               |            |               |                |
| 2.               | <b>Раздел 2. Основы радиационной безопасности и применение радионуклидов и излучений</b> | <b>216</b>    | <b>48</b>  | <b>42</b>     | <b>126</b>     |
| 2.1              | Применение радионуклидов и общие задачи радиационной безопасности                        | 20            | 7          | -             | 13             |
| 2.2              | Ионизирующее излучение и его взаимодействие с веществом                                  | 40            | 9          | 10            | 21             |
| 2.3              | Основные нормативные документы НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010                              | 56            | 12         | 10            | 34             |
| 2.4              | Физико-химическая стадия взаимодействия излучения с веществом                            | 39            | 8          | 8             | 23             |
| 2.5              | Радиационно-химические проблемы ядерной энергетики                                       | 31            | 6          | 8             | 17             |
| 2.6              | Радиоактивные отходы   | 30            | 6          | 6             | 18             |
|                  | <b>Итого:</b>  | <b>216</b>    | <b>48</b>  | <b>42</b>     | <b>126</b>     |
|                  | Форма контроля – зачет с оценкой   | +             |            |               |                |
|                  | <b>Всего в 7 семестре</b>  | <b>216</b>    |            |               |                |
| <b>8 семестр</b> |  |               |            |               |                |
| 3.               | <b>Раздел 3. Химическая технология редких элементов</b>                                  | <b>180</b>    | <b>48</b>  | <b>42</b>     | <b>90</b>      |
| 3.1              | Редкие элементы в современной энергетике   | 60            | 16         | 14            | 30             |
| 3.2              | Технология извлечения редких элементов   | 60            | 16         | 14            | 30             |
| 3.3              | Производство и рафинирование металлов и сплавов, производство изделий из них             | 60            | 16         | 14            | 30             |
|                  | <b>Итого:</b>  | <b>180</b>    | <b>48</b>  | <b>42</b>     | <b>90</b>      |
|                  | Форма контроля - экзамен   | <b>36</b>     |            |               |                |
|                  | <b>Всего в 8 семестре</b>  | <b>216</b>    |            |               |                |
| <b>9 семестр</b> |  |               |            |               |                |
| 4.               | <b>Раздел 4. Технология особо чистых веществ</b>   | <b>126</b>    | <b>24</b>  | <b>21</b>     | <b>81</b>      |
| 4.1              | Введение в технологию особо чистых веществ   | 6             | 2          | -             | 4              |
| 4.2              | Химические методы получения особо чистых веществ   | 12            | 2          | 2             | 8              |
| 4.3              | Физико-химические методы получения особо чистых веществ                                  | 108           | 20         | 19            | 69             |
| 5                | <b>Раздел 5. Технология изотопов</b>   | <b>126</b>    | <b>24</b>  | <b>21</b>     | <b>81</b>      |
| 5.1              | Разделение изотопов методом ректификации   | 41            | 7          | 9             | 26             |
| 5.2              | Разделение изотопов методом химического изотопного обмена                                | 42            | 8          | 8             | 26             |
| 5.3              | Разделение изотопов водорода   | 42            | 9          | 4             | 29             |
|                  | <b>Итого:</b>  | <b>252</b>    | <b>48</b>  | <b>42</b>     | <b>162</b>     |
|                  | Форма контроля - экзамен   | <b>36</b>     |            |               |                |
|                  | <b>Всего в 9 семестре</b>  | <b>288</b>    |            |               |                |
|                  | <b>ИТОГО:</b>  | <b>792</b>    | <b>160</b> | <b>142</b>    | <b>382</b>     |

#### 4.2 Содержание разделов дисциплины

#### Раздел 1. Введение в технологию материалов современной энергетики

### 1.1. Основные понятия атомной энергетики.

Роль энергии в развитии цивилизации. Национальный доход и энерговооруженность. Динамика потребления энергии в мире. Топливо-энергетический баланс. Запасы энергоносителей. Тенденции и закономерности развития энергетики.

Особенности производства энергии на ТЭС, ГЭС и АЭС. Сравнение этих станций по себестоимости электроэнергии, капиталовложениям, отчуждению земли, загрязнению окружающей среды. Возобновляемые источники энергии. Перспективы использования энергии солнца, ветра, геотермальной и энергии приливов. Необходимость использования нетрадиционных источников энергии.

Типы ядерных реакторов деления и факторы, лежащие в основе их классификации. Характеристика основных типов ядерных энергетических установок (ЯЭУ). Принципиальные схемы АЭС с основными типами ЯЭУ. Транспортные ЯЭУ, их основные особенности. Высокотемпературные атомные реакторы. Перспективы использования термоядерной энергии.

Ядерный топливный цикл (ЯТЦ) в ядерной энергетике. Особенности технологий различных стадий ЯТЦ. Замкнутый и незамкнутый ЯТЦ с реакторами на тепловых нейтронах. ЯТЦ с реакторами на быстрых нейтронах. ЯТЦ на основе уран-ториевого топлива. Отрасли промышленности, обслуживающие ЯТЦ. Ведущая роль химической технологии в ЯТЦ. Вопросы экологии в ЯТЦ.

Делящиеся материалы, их ядерно-физические, физические и химические свойства. Распространенность в природе, извлечение урана и тория из руд. Сырьевые запасы делящихся материалов. Комплексная переработка урановых руд. Гексафториды урана и плутония.

Конструкционные и реакторные материалы. Назначение их, требования к ним и их свойства. Ядерное топливо, замедлитель, теплоноситель, органы регулирования и аварийной защиты. Биологическая защита. Изготовление ТВЭЛов. Особенности конструкции ТВЭЛов для разных типов атомных реакторов.

Основные эффекты взаимодействия излучений с реакторными материалами. Радиационные явления, классификация дефектов в кристаллах. Изменения ядерных характеристик материалов, влияние облучения на их механические и теплофизические свойства. Старение и возможный ресурс реактора. Коррозия и дезактивация.

Применение природного и обогащенного урана в реакторостроении. Основные понятия теории разделения изотопов. Физические основы и особенности технологии газодиффузионного и центробежного методов. Характеристики разделения изотопов методами: сопла, плазменного, лазерного и физико-химических. Стоимость единицы работы разделения.

Основные виды ядерного топлива. Оксидное, металлическое, карбидное и карбонитридное топливо. Уран-плутониевое топливо. Таблетированное и виброуплотненное топливо. Свободно выгорающие присадки. Основные характеристики применяемого топлива. Активная зона и зона воспроизводства реакторов на быстрых нейтронах. Коэффициент размножения и время удвоения.

### 1.2. Обращение с радиоактивными отходами и вопросы радиационной безопасности.

Переработка отработавшего топлива и повторное использование делящихся материалов. Основные процессы радиохимической технологии облученного топлива. Очистка топлива от газообразных продуктов деления и обращения с ними. Неводные методы переработки облученного топлива. Извлечение полезных радионуклидов из отработавшего ядерного топлива.

Обращение с радиоактивными отходами. Классификация радиоактивных отходов. Переработка низко- и среднеактивных отходов. Битумирование и цементирование. Обращение с высокоактивными отходами. Остекловывание, включение в минералоподобные матрицы (синрок). Принципы захоронения радиоактивных отходов.

Воздействие предприятий ЯТЦ на человека и окружающую среду. Радиоактивное загрязнение воздушной и водной среды. Нормы выбросов и допустимые концентрации радионуклидов. Накопление радионуклидов при работе ЯЭУ. Дозовые нагрузки на персонал и население. Беспороговая концепция риска. Тепловое загрязнение водоемов. Экологические проблемы ядерной энергетики.

Безопасность предприятий ЯТЦ. Концепции безопасного реактора. Вероятность аварии. Крупнейшие аварии в атомной энергетике. Понятие риска. Эволюция проблемы безопасности атомной энергетики. Альтернативные технические системы, повышающие уровень ее безопасности.

Международные аспекты развития атомной энергетики. Международные организации: Международное Агентство по Атомной Энергии (МАГАТЭ), Научный Комитет по Действию Атомной Радиации (НКДАР), Международная комиссия по Радиационной защите (МКРЗ), Программа ООН по Окружающей Среде (ЮНЭП). Международные конвенции и научные программы. Вопросы ядерно-химической технологии в международных программах. Договор о нераспространении ядерного оружия (ДНЯО).

## **Раздел 2. Основы радиационной безопасности и применение радионуклидов и излучений**

### **2.1. Применение радионуклидов и общие задачи радиационной безопасности**

Открытие радиоактивности. Реакции деления радионуклидов и ядерный реактор. Ядерная энергетика. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом. Радиационная химия, как часть химии высоких энергий, ее задачи.

Общие задачи радиационной безопасности. Естественные и искусственные радионуклиды (РН) в окружающей среде. Открытые и закрытые источники излучения. Радиационный фон и вклад в него различных составляющих. Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ) и Научный Комитет по действию атомной радиации (НКДАР ООН). Атомная энергетика и проблема радиоактивных отходов. Проблемы охраны окружающей среды. Понятие «радиационная безопасность». Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» № 3-ФЗ от 09.01.96 г.

### **2.2. Ионизирующее излучение и его взаимодействие с веществом**

Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Передача энергии излучениями веществу. Потери энергии быстрых заряженных частиц. Формула Бете. Тормозное излучение и линейная потеря энергии (ЛПЭ). Пробег заряженных частиц в веществе. Кривая Брэгга. Взаимодействие электронов и бета-частиц с веществ. Радиационные потери энергии. Эффективный пробег бета-частиц в веществе. Детекторы для регистрации и спектрометрии альфа-излучения. Детекторы для регистрации бета-излучения.

Взаимодействие фотонов с веществом. Закон ослабления потока фотонов. Передача энергии среде фотонами (фото- и Комптон-эффекты). Образование рассеянных фотонов за счет Комптон-эффекта. Массовые коэффициенты поглощения фотонов для различных веществ. Выбор детектора при измерении смеси гамма-квантов.

Дозиметрия ионизирующего излучения. Открытие А. Беккерелем и П. Кюри действия ионизирующего излучения на человека. Внешнее и внутреннее облучение человека. Нормирование внешнего облучения человека. Экспозиционная доза, ее единицы и применение. Методы измерения экспозиционной дозы и ее расчет от внешнего источника. Применение гамма-постоянной в системе СИ для расчета дозы в воздухе от внешнего источника. Внутреннее облучение человека. Поглощенная и эквивалентная дозы. Взвешивающие коэффициенты для различных видов излучения. Их зависимость от ЛПЭ. Взвешивающие коэффициенты для тканей и органов при расчете эффективной дозы. Понятие о допустимых уровнях облучения, детерминированные и

стохастические эффекты. Дозовые коэффициенты радионуклидов. Методы определения дозы в лаборатории.

### 2.3. Основные нормативные документы НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010

Нормирование дозовой нагрузки на человека. Принципы радиационной безопасности. Нормы радиационной безопасности. Беспороговая концепция риска и коэффициенты риска. Основные категории облучаемых лиц: персонал и население. Установленные пределы доз. Облучение природными источниками. Критическая группа населения. Радиационный контроль. Доза эффективная коллективная. Повышенное облучение при радиационной аварии.

Облучение персонала. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ. Деление радиационных объектов на категории. Задачи администрации. Требования к персоналу. Деление персонала на группы А и Б. Работа с закрытыми источниками излучения. Понятия «минимально значимой активности» и «минимально значимой активности удельной». Классы лабораторий и группы радиационной опасности. Определение класса работ. Меры радиационной безопасности в лаборатории. Защитная спецодежда. Вентиляция. Дозовые коэффициенты для различных типов соединений элементов при ингаляции. Объемная среднегодовая активность воздуха и предел годового поступления ППП<sub>перс</sub>. Спецканализация и удаление отходов. Расчет эффективной мощности дозы в лаборатории.

Облучение населения. Меры по ограничению облучения населения. Пределы доз для населения. Составы критических групп населения. Дозовые коэффициенты для населения, их зависимость для критических групп от возраста. Пределы годового поступления ППП<sub>нас</sub> для воздуха и воды. Понятие об уровне вмешательства УВ. Методы радиационного контроля. Защита пациента в ядерной медицине.

### 2.4. Физико-химическая стадия взаимодействия излучения с веществом

Основные понятия химии высоких энергий. Терминология. Электронная активация, возбужденные молекулы, ионы, радикалы, поглощенная доза, радиационно-химические выходы, радиационная чувствительность и стойкость. Радиолиз. Временные стадии отклика среды на воздействие ионизирующих излучений на вещество. Классификация ионизирующих излучений.

Энергетический спектр выбиваемых электронов. Упругое рассеяние. Потери энергии неионизирующими электронами. Структура треков быстрых заряженных частиц (шпоры, бобы, колонки ионизаций, их размеры).

Возбужденные частицы. Первичные и промежуточные продукты радиолиза. Разновидности возбужденных состояний (синглетные и триплетные). Пути их образования: непосредственное возбуждение, ион-электронная рекомбинация. Сохранение спиновой мультиплетности при электронной активации. Мгновенная и запаздывающая ионизация, Плазмоны. Сверхвозбужденные состояния. Выход ионизации. Релаксация возбужденных состояний: внутренняя и интеркомбинационная конверсии, флуоресценция и фосфоресценция, безизлучательная дезактивация. Химические свойства возбужденных молекул.

Поведение электронов в неполярных и полярных молекулярных жидких и твердых средах. Квазисвободные электроны, подвижность, миграция. Работа входа электрона в конденсированную среду. Полярная и структурная модели сольватированного электрона. Химические реакции электронов в молекулярных жидкостях. Супероксид. Особенности реакций квазисвободных электронов в неполярных жидкостях. Ион-молекулярные реакции. Косвенная ионизация. Свободные радикалы. Реакции присоединения, рекомбинации и диспропорционирования. Реакции, контролируемые диффузией. Диффузионно-рекомбинационная модель радиолиза. Приближение ион-электронных пар. Формула Онзагера. Начальные и первичные выходы ионов. Их зависимости от диэлектрической проницаемости среды и температуры.

## 2.5. Радиационно-химические проблемы ядерной энергетики

Радиолиз воды. Гомогенная стадия радиолиза воды и водных растворов. Уравнения накопления продуктов и материальный баланс радиолиза. Наблюдаемые выходы радиолитических продуктов. Мощность дозы и равновесные концентрации продуктов радиолиза. Влияние перемешивания и свободного объема. Закономерности Эршлера. Высокотемпературный радиолиз воды и водяного пара. Радиолиз кипящей воды.

Радиолиз водных растворов. Реакции продуктов радиолиза воды и их реакционная способность. Радиолиз водных растворов неорганических веществ. Радиолиз водного теплоносителя. Радиолиз водных растворов борной кислоты и аммиака/водорода. Подавление коррозии конструкционных материалов, уноса радиоактивного йода и образования нитрата в теплоносителе. Радиолиз водных растворов органических веществ.

Радиолиз органических веществ. Действие ионизирующих излучений на органические вещества: углеводороды, экстрагенты и полимеры.

Дозиметрия ионизирующих излучений. Дозиметрия внутренних источников  $\alpha$ -,  $\beta$ -излучения. Дозиметрия  $\gamma$ -излучения. Дозиметр Фрикке и его разновидности. Дозиметрия смешенного излучения. Расчет поглощенных доз для исследуемых систем по данным дозиметрии.

## 2.5. Радиоактивные отходы

Понятие о «радиоактивном отходе» РАО. Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами СПОРО. Классификация РАО по удельной активности, внешнему гамма-излучению, агрегатному состоянию, периоду полураспада. Складирование РАО и система переработки РАО. Кондиционирование РАО. Временное и окончательное захоронение РАО. Радиационная безопасность при обращении с РАО.

## **Раздел 3. Химическая технология редких элементов**

### 3.1. Редкие элементы в современной энергетике.

Исторические истоки, виды металлургии (пиро-, гидро-, сольвометаллургия). Самородные металлы. Тенденции изменения количества и качества руд.

Этапы развития химии, возникновение названия, роль алхимического этапа. Лежащие в основе химии практические знания. Металлургия. Определение. Самородные металлы, пиро-, гидро- и сольвометаллургия. Тенденции изменения количества и качества руд. Геохимическое и технологическое понятие «редкий элемент». Развитие металлургии и ее научного сопровождения в России и СССР. Вклад российских и советских ученых в развитие металлургии. Формулирование концепции металлургического процесса, иерархия целей, технологическая схема и схема по цели аппаратов.

Ядерная энергетика, ее сырьевое обеспечение. Мировое энергопотребление, основные тенденции производства и потребления энергии. Мировой энергетический кризис – Война Судного Дня 1973 г. Структура мировых запасов энергоносителей. Энергосодержание различных видов топлива. Ядерный и тепловой топливные циклы. Экологические проблемы энергетике. Открытый и замкнутый ядерный топливный цикл. Альтернативные источники энергии. Тенденции развития ядерной и термоядерной энергетике.

Земная кора - понятие. Основные порообразующие минералы земной коры - по происхождению, по химическому составу. Геотермальный эквивалент, изменение давления. Метаморфизм. Общие закономерности распространенности элементов в земной коре. Понятие-месторождение, руда, пустая порода. Коэффициент обогащения месторождения. Примеры образования месторождений редких элементов, миграция. Россыпные месторождения.

Минерал. Отличительные признаки (удельный вес, твердость, цвет). Шкала Мооса. Законы изоморфного замещения. Основные минералы Li, Be, PЗЭ, Zr и Hf, Nb и Ta, Mo,

W, U, Th, Re. Возможности расширения запасов редких металлов. Железо-марганцевые концентраты, море, совершенствование технологии, геотехнология. Драгоценные разновидности редких металлов.

Измельчение. Понятие. Дробление и размол. Питание, продукт. Ситовой анализ. Определение необходимого размера конечных частиц. Влияние факторов бедность руды и размеры вкраплений (зерен) ценного минерала на конечный размер частиц. Типы воздействия при измельчении. Свойства руды, влияющие на процесс измельчения (крупность, пластичность). Связь свойств минерала с выбором предпочтительного способа измельчения.

Машины для измельчения, их характеристики щековые и конусные дробилки. Валковые дробилки, молотковые (разных типов). Дезинтеграторы. Тонкое измельчение: шаровые мельницы, бегуны, роликовые мельницы, струйные мельницы. Вибро (коллоидные) мельницы. Степень измельчения. Классификация измельченных частиц. Отстойный газоход, циклон, вращающиеся барабаны, спиральный классификатор. Схемы измельчения.

Обогащение. В разделении частиц ценного минерала и пустой породы. Задачи, решаемы процессом обогащения. Обогащение на основе разницы плотностей (гравитационное). Отсадочная машина, обогащение на шлюзах, спиральные желоба, концентрационные столы. Обогащение в тяжелых суспензиях. Магнитное обогащение. Роль примесей железа. Магнетит. Электростатическое обогащение. Частицы, проводящие и не проводящие электричество. Флотация. Коллекторы, вспениватели, активаторы, подаватели, регуляторы. Химическое обогащение (ильменит, обезжелезненный циркон). Обогащение по твердости. Декрипитация. Комплексные схемы обогащения. Обогащение россыпей.

Применение лития. Щелочные аккумуляторы, глазури, эмали, антиобледенители, легкие (авиационные) сплавы. Свойства изотопов лития и получение трития. Литий как металлический теплоноситель ядерного реактора.

Бериллий. Бериллиевые бронзы. Отражатель нейтронов.

P, Zr, M. - сплавы, легирование чугуна, окраска стекол, полирующие смеси, поглотители нейтронов (поглощающие и регулирующие стержни), имитация плутония, катализаторы, сверхпроводники.

Ti, Zr, Hf - антикоррозионные покрытия, конструкционные материалы, сплавы, твэльные трубки ядерных реакторов на медленных нейтронах, поглотители нейтронов, дубление кожи, полировка стекол.

Nb, Ta – сплавы различного назначения, компонент конструкционных материалов ядерных реакторов на медленных нейтронах.

Mo, W – сплавы, антикоррозионные покрытия.

U – ядерное топливо.

Re – сплавы (суперсплавы), контакты, покрытия.

### 3.2. Технология извлечения редких элементов.

Активация концентратов редких металлов – перевод в более реакционноспособную форму. Высокотемпературные методы вскрытия: термическое активирование (обжиг, окислительный обжиг, нагрев с последующей закалкой); спекание концентратов минералов с различными соединениями, химические реакции. Шихта. Особенности твердофазной реакции. Отличие спекания от сплавления. Сульфатизация концентрированной серной кислотой. Методы вскрытия концентрированным раствором щелочи. Пульпа. Топохимические реакции. Общие недостатки высокотемпературных методов вскрытия.

Отличие процессов выщелачивания от растворения. Роль химической реакции и термодинамическая оценка вероятности ее протекания. Кинетика выщелачивания. Пути ее интенсификации. Организация процесса выщелачивания. Выщелачивание агитационное и

перколяционное. Перколяционное выщелачивание в аппаратах и кучное. Перколяционное выщелачивание с кислотным замесом. Подземное выщелачивание: условия его возможности, плюсы и минусы. Принципиальная схема обычного процесса выщелачивания. Выщелачивающие реагенты. Пересчет концентраций растворенного вещества, выраженных различными способами. Сравнение кислотного и карбонатного выщелачивания урановых руд. Общий недостаток методов выщелачивания концентратов редких металлов – присутствие воды в системе и, как следствие, попадание кислорода в финальный продукт, снижающий пластичность металла.

«Сухие» методы вскрытия. Хлорирование концентратов. Термодинамика процесса в отсутствие и в присутствии углерода. Температуры кипения (или возгонки) хлоридов редких металлов. Условия проведения процесса. Разделение летучих продуктов при конденсации. Очистка летучих продуктов от «вульгарных» примесей. Разделение хлоридов близких по свойствам элементов – пары Ta-Nb и пары Zr-Nf. Достоинства и недостатки метода хлорирования. Фторирование. Физико-химические свойства некоторых фторидов. Фториды урана.

Жидкостная экстракция в технологии редких металлов как метод концентрирования и разделения близких по свойствам элементов. Классификация экстрагентов, применяемых в этом процессе. Нейтральные экстрагенты. Экстракция минеральных кислот и металлов нейтральными экстрагентами. Экстрагенты кислотного типа. Хелатирующие реагенты. Экстрагенты – основания. Алкиламины и четвертичные аммониевые основания. Соли этих соединений. Экстракция кислот и металлов основными экстрагентами. Экстракция смесями экстрагентов. Синергетный и антагонистический эффекты. Влияние строения экстрагентов на их экстракционную способность. Экстракционное равновесие. Правило фаз. Изотерма экстракции. Коэффициент распределения. Закон действующих масс применительно к процессам экстракции. Константы равновесия: термодинамическая, эффективная и концентрационная. Высаливание при экстракции. Кинетика экстракции. Двухпленочная модель массопередачи, ее плюсы и минусы. Коэффициент массоотдачи и коэффициент массопередачи. Возможность определения коэффициента массопередачи экспериментальным способом. Состояние границы раздела фаз. Процессы, происходящие на границе раздела фаз. Причины образования структурно-механического барьера. Требования, предъявляемые к экстрагенту при использовании процесса экстракции в промышленном масштабе. Селективность процесса экстракции. Коэффициент разделения. Факторы, влияющие на коэффициент разделения. Разбавители, их роль в экстракционном процессе. Требования, предъявляемые к разбавителю.

Сорбционные процессы в технологии редких металлов. Неорганические и органические иониты. Синтетические иониты. Катиониты и аниониты. Матрица и ионогенные группы. Природа матрицы и типы ионогенных групп. Противоионы и коионы. Макропористые и гелевые иониты. Классификация ионитов по Никольскому Б.П. (по степени диссоциации ионогенных групп). Примеры наиболее известных синтетических сорбентов. Набухание сорбентов. Причины этого явления и величина набухания. Депрессоры. Равновесие ионного обмена для однозарядных и разнозарядных обменивающихся ионов. Реакции обмена. Селективность ионита, коэффициент избирательности. Коэффициент равновесия. Изотермы ионного обмена. Изотермы Ленгмюра, Фрейдлиха. Закон Генри. Выражение ионообменного равновесия через эквивалентные доли. Кинетика ионного обмена. Отличие ионообмена в сорбенте от экстракционного ионообмена. Модель пленки, предложенная Нернстом. Пленочная диффузия. Внутренняя диффузия. Определение лимитирующей стадии. Обменная емкость как основное свойство ионита. 3 вида обменной емкости (полная, статическая и динамическая). Отличие статических условий сорбции от динамических. Проскоковая концентрация. Выходная кривая сорбции и определение динамической обменной емкости.



Динамика сорбции ионов в колонках. Формирование работающего слоя. Время защитного действия колонки. Уравнение Шилова.

Ионообменная хроматография. Фронтальный анализ. Элюентная хроматография. Вытеснительная хроматография. Ионообменная сорбция в технологии урана для извлечения из слабо концентрированных растворов. Создание непрерывного сорбционно-десорбционного цикла. Колонны для непрерывной сорбции из пульпы. Сравнение процессов сорбции урана на катионитах и анионитах. Разделение РЗЭ методом ионообменной хроматографии с применением комплексообразователей. Наиболее часто используемые комплексообразователи и прочность образуемых ими с РЗЭ комплексов.

Ионы- замедлители ( $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ). Механизм их действия. Принципиальная схема комплексной переработки группового концентрата РЗЭ.

Знакомство с находящимися в эксплуатации технологическими схемами. Переработка сподумена серноокислотным способом и спеканием с сульфатом калия. Переработка монацита серноокислотным способом с разделением тория и РЗЭ; и переработки сплавлением с едким натром. Вскрытие танталита колумбита двумя вариантами; сплавлением с КЩН и NaOH. Вскрытие циркона спеканием с известью и спеканием с  $\text{K}_2\text{SiF}_6$ . Вскрытие берилла спеканием с  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ . Экстракционного извлечения урана из фосфорной кислоты. Экстракционного разделения урана и ванадия при переработке карнотитовых руд. Экстракционного разделения роданидов циркония и гафния метил изобутилкетонем. Экстракционного разделения нитратов циркония и гафния трибутилфосфатом.

### 3.3. Производство и рафинирование металлов и сплавов, производство изделий из них.

Определение терминов: осаждение, кристаллизация. Явление пересыщения. Абсолютное пересыщение, относительное пересыщение, степень пересыщения. Абсолютное переохлаждение, относительное переохлаждение, степень (коэффициент) переохлаждения.

Пересыщение при осаждении. Природа осадителей. Факторы, влияющие на растворимость. «Старение» осадков. Оловые и оксомостики. Соосаждение примесей. Изоморфное замещение, адсорбция поверхностью, окклюзия. Устойчивость пересыщенных растворов, свойства соединений, влияющие на устойчивость их пересыщенных растворов. Зависимость растворимости от размера частиц. Термодинамика образования зародышей, критический размер зародышей. Характеристики процесса соосаждения (уравнение Дернье-Хоскинса, Хлопина). Эффективный коэффициент захвата примеси.

Понятие «ядерная чистота». Эффективное сечение захвата медленных нейтронов. Элементы, подходящие для использования в качестве конструкционных материалов в ядерном реакторе. Нейтронные яды. Необходимая степень очистки (допустимые содержания). Общий коэффициент нейтронной безопасности.

Способы аффинажной очистки урана. Пероксидная, карбидная очистки, экстракционный аффинаж. Достоинства и недостатки. Иодидное рафинирование циркония. Чистота элемента в истории урана и циркония.

Металлотермия, история открытия. Роль Н.Н. Бекетова. Металлы-восстановители (Ca, Na, Mg). Аппаратурное оформление процесса. Роль вакуума. Термодинамические процессы.  $\Delta G^0$  образования оксидов, фторидов и фторидов металлов. Зависимость  $\Delta G^0$  от температуры. Относительность понятий «металл-восстановитель» и «восстанавливаемый металл». Восстановление углеродом. Родство металлотермических и карботермических процессов. Причина неиспользования карботермии в технологии редких металлов. Процессы рафинирования избирательным окислением, хлорированием, фторированием. Разделение добавлением металлов. Температура начала реакции, температура реакции. Возможность расчета. Тепловой баланс плавки, влияние масштаба. Внепечные и печные

процессы. Греющие (охлаждающие) добавки. Роль шлака. Разделение губки и продуктов реакции. Роль чистоты металлов – восстановителей и восстанавливаемого соединения. Конкретные примеры металлотермических процессов в технологии редких металлов.

Электролиз. История открытия и изучения электростатических явлений. Возникновение электрического заряда при натирании янтаря. Природные «искры» молнии. Работы У.Гильберта, Стефана Грея, Ш.Дюфе, Отто фон Герике, Питера ван Мушен Брука (1692-1761), Бенжамина Франклина (1706-1790), М.В.Ломоносова (1711-1765), Джозера Пристли(1733-1804), Шерия Кулона(1736-1806), Генри Кавендина(1731-1810). Закон Кулона (Кавендима). Открытие Луиджи Гальвани(1737-1798) и Алессандро Вольта (1745-1827). Вольтов столб. Первые опыты применения источника электрического тока. Работы В.В.Петрова, Гемфри Деви. Первые опыты электролиза, электролиз растворов и расплавов.

Электрохимический ряд напряжений, процесс окисления-восстановления в гальваническом элементе. Уравнение Нернста, процесс окисления-восстановления для катионов и анионов. Нормальный электронный потенциал и равновесный потенциал. Отклонение потенциала электрода от нормального в реальных процессах. Напряжение разложения, практическое напряжение на ячейке. Токопотери и их причины. Свойства расплавов солей и металлов, участвующих в процессе электролиза. Практически используемые схемы электролиза.

Порошковая металлургия. Порошки металлов, их свойства, способы приготовления. Прессование, закономерности и применяемые аппараты. Смазка при прессовании, нагревание, способы. Горячее, холодное прессование, отжиг. Использование получаемых паковок, их свойства.

Проблемы переплавки жидких металлов, материал тигля, способы нагрева. Плавка в медноохлаждаемом тигле с расходуемым и нерасходуемым электродами.

Йодидное рафинирование. История, проблемы, роль Ван Аркеля и Де Бура, лабораторные и промышленные аппараты, конструкционные особенности. Процессы, протекающие при йодидном рафинировании. Меры, принимаемые для обеспечения непрерывного процесса. Транспортные реакции - определение и практическое воплощение.

## **Раздел 4. Технология особо чистых веществ**

### **4.1. Введение в технологию особо чистых веществ.**

Способы выражения степени чистоты веществ. Понятия «микропримесь» и «особо чистое вещество» (ОСЧ). Современный достигнутый уровень чистоты вещества. Влияние внешних загрязнений на процессы глубокой очистки вещества. Понятие коэффициента интенсивности очистки. Диффузионная модель загрязнения из внешнего источника. Модель поступления примеси из внешнего источника по механизму растворения. Классификация методов глубокой очистки веществ. Общая характеристика методов глубокой очистки веществ.

### **4.2. Химические методы получения особо чистых веществ**

Основные варианты химических методов и оценка их предельных возможностей. Сущность химических транспортных реакций. Перенос вещества потоком газа – носителя. Перенос вещества молекулярной диффузией. Перенос вещества посредством конвекции.

Разделение и очистка веществ посредством транспортных реакций. Разделяемые вещества  $A$  и  $A'$  гетерогенны по отношению друг к другу. Разделяемые вещества  $A$  и  $A'$  образуют гомогенную твердую фазу. Практическое использование химических транспортных реакций для очистки веществ. Йодидный метод получения циркония.

Преимущества и недостатки химических методов получения особо чистых веществ.

#### 4.3. Физико-химические методы получения особо чистых веществ

Коэффициент разделения разбавленных растворов. Экспериментальное определение коэффициента разделения. Метод уравнивания и анализ равновесных фаз. Метод равновесной перегонки. Термодинамический расчет равновесия жидкость – пар в области предельно разбавленных растворов. Очистка веществ от взвешенных частиц дистилляционными методами. Ректификация. Основные понятия. Тарельчатые колонны. Фактор разделения в стационарном состоянии в «безотборном» режиме. Эффективность тарелки. Влияние скорости отбора продукта на фактор разделения. Насадочные колонны. Материальный баланс разделяемой смеси. Массопередача. Фактор разделения в стационарном состоянии в «безотборном» режиме. Влияние скорости отбора продукта на фактор разделения. Высота, эквивалентная теоретической тарелке (ВЭТТ). Высота единицы переноса (ВЕП). Взаимосвязь между ВЭТТ и ВЕП. Влияние загрязняющего действия материала аппаратуры на глубину очистки веществ методом ректификации. Молекулярная дистилляция. Применение ректификации в технологии получения особо чистых веществ. Гидридный и хлоридный методы получения элементов особой чистоты. Получение элементов особой чистоты через элементоорганические соединения. Получение особо чистых растворителей. Получение газов высокой чистоты. Основы технологии извлечения радиоактивного изотопа криптона-85 методом криогенной ректификации.

Адсорбционные методы. Теоретические основы разделения смесей методом адсорбции. Физико-химическая природа адсорбции. Термические уравнения адсорбции. Коэффициент разделения в адсорбционном процессе. Кинетика адсорбции. Динамика адсорбции. Расчет динамики адсорбции микропримесей при глубокой очистке. Адсорбенты. Активированные угли. Силикагели. Алюмогель и активный оксид алюминия. Цеолиты. Общие принципы приготовления адсорбентов для процессов получения особо чистых веществ. Регенерация адсорбентов. Использование адсорбционного метода при глубокой очистке веществ. Технологические схемы глубокой очистки газов в процессах производства легких изотопов. Принципиальные основы очистки воздуха от радиоактивного изотопа криптона-85 и ксенона-133 методом низкотемпературной адсорбции.

Ионообменный метод. Теоретические основы разделения смесей методом ионного обмена. Термическая и радиационная стойкость ионитов. Ряды Гофмейстера. Ионообменная технология очистки воды. Принципиальные основы технологии очистки жидких радиоактивных отходов методом ионного обмена. Общий подход к синтезу ионообменных смол.

Кристаллизационные методы. Физико-химические основы метода. Нормальная направленная кристаллизация (ННК). Сущность метода. Математические уравнения ННК. Многократная направленная кристаллизация. Зонная перекристаллизация (зонная плавка). Сущность метода. Распределение примеси по длине образца при однократном проходе расплавленной зоны. Расчет концентрационного профиля примеси по длине образца после n-проходов расплавленной зоны. Общий анализ технических средств и методов зонной плавки при производстве тугоплавких и химически активных металлов для современной энергетики. Основы технологии электронно-лучевой зонной плавки циркония.

### **Раздел 5. Технология изотопов**

#### 5.1. Разделение изотопов методом ректификации.

Классификация физико-химических методов и способов разделения изотопов. Потребность в стабильных изотопах и масштабы их производства как основа для выбора метода, способа разделения и определения комплекса исследовательских задач.

Ректификация воды как способ разделения изотопов. Свойства изотопологов воды. Коэффициент разделения изотопов водорода и кислорода при ректификации воды.

Общность и различие в задачах концентрирования изотопов водорода и кислорода. Концентрирование  $^{18}\text{O}$  и  $^{17}\text{O}$ . Особенности вакуумной ректификации воды. Определение оптимального давления. Применение ректификации воды в производстве тяжелоокислородной воды ( $\text{H}_2^{18}\text{O}$ ). Особенности концентрирования изотопов  $^{16}\text{O}$  и  $^{17}\text{O}$ .

Низкотемпературная ректификация. Низкотемпературная ректификация  $\text{CO}$  с целью концентрирования изотопов углерода  $^{12}\text{C}$  и  $^{13}\text{C}$ . Однократный коэффициент разделения, реакция гомомолекулярного обмена в молекуле  $\text{CO}$  и ее влияние на процесс разделения, гидродинамика и массообмен. Особенности подготовки сырья и контроль его качества. Способы построения схем ректификации. Ректификация метана как способ разделения изотопов углерода. Производственные установки. Разделение изотопов азота и кислорода ректификацией  $\text{NO}$ : изотопологи, коэффициент разделения, особенности подготовки сырья и роль реакции диспропорционирования  $\text{NO}$ . Условия реализации процесса при концентрировании изотопов азота  $^{14}\text{N}$ ,  $^{15}\text{N}$  и кислорода  $^{18}\text{O}$ . Процесс одновременного получения трех изотопов ( $^{15}\text{N}$ ,  $^{17}\text{O}$  и  $^{18}\text{O}$ ).

Разделение изотопов бора ректификацией трехфтористого бора. Коэффициент разделения, массообмен, условия процесса, влияние давления. Практическое применение.

## 5.2. Разделение изотопов методом химического изотопного обмена.

Особенности метода химического изотопного обмена. Эффективный коэффициент разделения и способы воздействия на него с целью увеличения. Межфазный изотопный обмен и пути его интенсификации. Обращение потоков при химическом изотопном обмене: особенности, типы процессов, требования к полноте, источники изотопного разбавления. Задачи аналитического контроля.

Разделение изотопов методом химического изотопного обмена в системах «жидкость – газ»:

- Разделение изотопов углерода методом химического обмена для производства  $^{13}\text{C}$ : основные рабочие системы, равновесие и кинетика изотопного обмена, массообмен, обращение потоков, оптимальные условия проведения процесса разделения. Особенности карбаматного способа разделения изотопов.

- Концентрирование  $^{15}\text{N}$ . Основные рабочие системы. Аммиачный способ разделения изотопов азота. Фазовое и изотопное равновесие. Массообмен. Обращение потоков и его особенности. Каскадные схемы концентрирования  $^{15}\text{N}$  и ограничения способа. Разделение изотопов азота в системе оксиды азота – азотная кислота. Особенности фазового равновесия. Однократный изотопный эффект: константа равновесия и эффективный коэффициент разделения. Скорость и механизм изотопного обмена между оксидами азота и растворами азотной кислоты, межфазный изотопный обмен. Обращение потоков фаз: методы Тэйлора и Махенка. Материал аппаратуры и основные конструктивные решения. Оптимальные условия разделения изотопов азота, технико-экономические показатели, вопросы экологии.

- Разделение изотопов кислорода методом химического обмена: основные рабочие системы, равновесие и кинетика изотопного обмена, массообмен, особенности обращения потоков, варианты схемных решений и оптимальные условия процесса разделения.

- Разделение изотопов бора методом химического обмена: физические и физико-химические свойства соединений трехфтористого бора, используемых при разделении изотопов бора, изотопное равновесие, кинетика изотопного обмена и массообмен, оптимальные условия процесса разделения изотопов бора, вопросы экологии. Разделение изотопов кремния методом химического обмена для концентрирования  $^{28}\text{Si}$ .

Разделение изотопов методом химического изотопного обмена в системах «жидкость – твердая фаза». Разделение изотопов методом ионного обмена: равновесие и кинетика процессов ионного изотопного обмена при разделении изотопов азота и бора. Особенности противоточного режима и обращения потоков. Практический опыт.

### 5.3. Разделение изотопов водорода

Разделение изотопов водорода методом ректификации. Применение ректификации воды на стадии конечного концентрирования при получении тяжелой воды (D<sub>2</sub>O). Концентрирование дейтерия ректификацией аммиака. Коэффициент разделения изотопов водорода и условия процесса разделения. Разделение изотопов водорода ректификацией аммиака. Условия проведения процесса, однократный изотопный эффект, современная роль процесса. Низкотемпературная ректификация водорода. Коэффициент разделения изотопов водорода и особенности рабочей системы. Источники сырья и особенности очистки водорода от примесей. Выделение дейтерия ректификацией водорода на стадии начального концентрирования. Выделение дейтерия из азотно-водородной смеси.

Разделение изотопов водорода методом химического обмена. Система «вода-водород». Равновесие и кинетика изотопного обмена. Катализаторы для парофазного и жидкофазного изотопного обмена. Массообмен. Варианты организации процесса разделения. Особенности обращения потоков. Использование электролиза воды для обращения потоков. Практическое применение системы. Разделение изотопов водорода методом химического изотопного обмена в системе «жидкий аммиак – водород». Фазовое и изотопное равновесие в системе. Кинетика изотопного обмена. Катализаторы. Условия проведения процесса разделения. Схема завода в Мазингарбе. Роль фазового обмена. Производственные установки.

Двухтемпературный способ разделения изотопов водорода. Предпосылки и возможности организации процесса разделения изотопов двухтемпературным способом. Варианты технологических схем. Степень извлечения изотопов в установках, работающих с отбором первого и второго рода. Общая модель стационарного состояния двух совместно работающих колонн. Зависимость степени разделения от соотношения потоков и соотношения высот горячей и холодной колонн. Оптимальное соотношение потоков. Время накопления в двухтемпературных установках. Особенности двухтемпературных каскадов. Двухтемпературный сероводородный способ получения тяжелой воды. Фазовое и изотопное равновесие, оптимальные условия проведения процесса концентрирования дейтерия, кинетика и механизм изотопного обмена водорода. Материаловедческие вопросы и рекуперация тепла. Техничко-экономические показатели заводов по производству тяжелой воды двухтемпературным сероводородным способом.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:  | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 | Раздел 4 | Раздел 5 |
|---|---|----------|----------|----------|----------|----------|
|   | <b>Знать:</b>   |          |          |          |          |          |
| 1 | - <i>основные стадии ядерного топливного цикла;</i>   | +        |          | +        |          |          |
| 2 | - <i>экологические последствия эксплуатации АЭС;</i>  | +        | +        |          |          |          |
| 3 | - <i>законы РФ и нормативные документы по использованию атомной энергии, радиационной безопасности и обращению с радиоактивными отходами;</i> | +        | +        |          |          |          |
| № | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:  | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 | Раздел 4 | Раздел 5 |

|    |  |          |          |          |          |          |
|----|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| 4  | - химические процессы при воздействии ионизирующего излучения на вещество; основы дозиметрии и дозиметрического контроля;  |          | +        |          |          |          |
| 5  | - принципиальные основы и особенности процессов, используемых в технологии материалов современной энергетики;  |          |          | +        | +        | +        |
| 6  | - аппаратное оформление и последовательность построения технологических схем для решения задач, связанных с переработкой ОЯТ и обращением с РАО, производством редких элементов, стабильных изотопов и особо чистых веществ. | +        | +        | +        | +        | +        |
|    | <b>Уметь:</b>  |          |          |          |          |          |
| 7  | - использовать полученные знания для оценки возможности строительства новых АЭС, расчета ориентировочных капитальных затрат и эксплуатационных расходов;   | +        |          |          |          |          |
| 8  | - оценивать радиационную опасность радионуклидов и материалов;   |          | +        |          |          |          |
| 9  | - применять базовые знания в области химии и технологии материалов современной энергетики для решения конкретных задач и совершенствования эксплуатируемых технологических схем;   |          |          | +        | +        | +        |
| 10 | - выполнять расчетные оценки основных характеристик, применяемых в технологии материалов современной энергетики;   |          |          | +        | +        | +        |
| 11 | - определять требования к используемым рабочим веществам и оптимальные условия осуществления процессов, применяемых в технологии материалов современной энергетики.  |          |          | +        | +        | +        |
|    | <b>Владеть:</b>  |          |          |          |          |          |
| 12 | - основными технологическими способами переработки урансодержащего сырья, его выделению и обогащению по изотопу $^{235}\text{U}$ ;   | +        |          | +        |          |          |
| 13 | - навыками расчета дозы в рабочих помещениях и дозовых нагрузок на персонал;   |          | +        |          |          |          |
| №  | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:   | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 | Раздел 4 | Раздел 5 |

|   |   |             |             |             |             |             |
|---|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 14  | –основами выбора отдельных стадий и рациональных технологических схем получения материалов современной энергетики, сочетания имеющихся и создание новых схем;   |             |             | +           | +           | +           |
| 15  | – навыками расчета, сравнительной оценки и поиска оптимальных параметров процессов, применяемых в технологии материалов современной энергетики;   |             |             | +           | +           | +           |
| 16  | – основами анализа современных тенденций в технологии материалов современной энергетики.  | +           |             | +           | +           | +           |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен приобрести следующие компетенции: |   |             |             |             |             |             |
| <b>Общепрофессиональные (ОПК):</b>  |   |             |             |             |             |             |
| 17  | – способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения своей профессиональной деятельности (ОПК-1);  | +           | +           | +           | +           | +           |
| 18  | – способность работать с научно-технической и патентной литературой и использовать полученную информацию при осуществлении своей профессиональной деятельности (ОПК-4).   | +           | +           | +           | +           | +           |
| <b>Профессиональные (ПК):</b>   |   |             |             |             |             |             |
| 19  | – способность к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса (ПК-2); |             |             | +           | +           | +           |
| 20  | – способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);   |             |             | +           | +           | +           |
| 21  | – способность принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4);   |             | +           |             |             |             |
| №   | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:  | Раздел<br>1 | Раздел<br>2 | Раздел<br>3 | Раздел<br>4 | Раздел<br>5 |

|  |  |   |   |   |   |   |
|--|--|---|---|---|---|---|
| 22   | – готовность использовать действующие нормативные документы в области радиационной и ядерной безопасности (ПК-8);  | + | + |   |   |   |
| <b>научно-исследовательская деятельность:</b>      |  |   |   |   |   |   |
| 23   | – способность к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач (ПК-9);  |   | + | + | + | + |
| 24   | – готовность использовать методы оценки риска и разрабатывать меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий обращения с объектами профессиональной деятельности (ПК-11); | + | + |   |   |   |
| <b>организационно-управленческая деятельность:</b> |  |   |   |   |   |   |
| 25   | – способность управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка (ПК-15);                                       |   |   | + | + | + |
| 26   | – способность к использованию современных систем управления качеством применительно к конкретным условиям производства на основе международных стандартов (ПК-16).                           | + |   | + |   |   |



## 6 ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1 Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Предусмотрены практические занятия обучающегося в объеме 142 академических часов.  
( 5 семестр – 16 академических часов; 7 семестр – 42 академических часов, 8 семестр – 42 академических часов,  
9 семестр – 42 академических часов).

| № п/п | № раздела       | Темы практических занятий  | Часы |
|-------|-----------------|--|------|
|       | <b>Раздел 1</b> |  |      |
| 1     | 1.1.            | Особенности конструкции основных типов ЯЭУ.  | 2    |
| 2     | 1.1             | Особенности технологий различных стадий ЯТЦ. Делящиеся материалы, их ядерно-физические, физические и химические свойства.  | 2    |
| 3     | 1.1.            | Биологическая защита. Особенности конструкции ТВЭЛов для разных типов атомных реакторов.   | 2    |
| 4     | 1.1             | Физические основы и особенности методов разделения изотопов. Особенности конструктивного исполнения активной зоны и зоны воспроизводства реакторов на быстрых нейтронах. | 2    |
| 5     | 1.1.            | Коллоквиум № 1.  | 2    |
| 6     | 1.2.            | Особенности методов обращения с РАО.   | 2    |
| 7     | 1.2.            | Основные положения нормативной документации, регулирующие работу с источниками ионизирующего излучения и обращение с РАО.  | 2    |
| 8     | 1.2.            | Коллоквиум № 2   | 2    |
|       | <b>Раздел 2</b> |  |      |
| 1     | 2.2.            | Основные задачи дозиметрии   | 2    |
| 2     | 2.2.            | Определение поглощенной дозы для гамма- и рентгеновского излучения.  | 2    |
| 3     | 2.2.            | Эквивалентная и эффективная дозы. Коллективная доза, ее применение.  | 2    |
| 4     | 2.2.            | Дозовые коэффициенты. Основные принципы радиационной безопасности. Их применение в различных случаях.  | 3    |
| 5     | 2.2             | Контрольная работа № 1.  | 1    |
| 6     | 2.3.            | Категории облучаемых лиц: персонал и население. Допустимые уровни облучения. Требования к персоналу.   | 2    |
| 7     | 2.3.            | Группы радиационной опасности и классы лабораторий.  | 2    |
| 8     | 2.3.            | Радиационный контроль в лаборатории. Дозиметрия в лаборатории.   | 2    |
| 9     | 2.3.            | Категории радиационных объектов. Защита населения, проживающего на территории объектов первой и второй категории.  | 2    |
| 10    | 2.3             | Ограничение облучения населения от техногенных и природных источников. Требования к питьевой воде.   | 2    |
| 11    | 2.4.            | Терминология и энергетический спектр выбиваемых электронов.  | 2    |
| 12    | 2.4.            | Возбужденные частицы, расчет радиационного выхода. Сольватированный электрон, расчет продуктов радиолиза.  | 3    |

| № п/п | № раздела       | Темы практических занятий   | Часы |
|-------|-----------------|---|------|
| 13    | 2.4.            | Контрольная работа № 2  | 1    |
| 14    | 2.4.            | Поведение электронов в водных растворах. Радиолиз.  | 2    |
| 15    | 2.5.            | Радиолиз воды и водных растворов.   | 2    |
| 16    | 2.5.            | Радиолиз органических веществ.  | 2    |
| 17    | 2.5.            | Химические дозиметры – характеристики, области применения.  | 2    |
| 18    | 2.5.            | Особенности дозиметра Фрикке.   | 2    |
| 19    | 2.6.            | Классификация жидких и твердых отходов.   | 2    |
| 20    | 2.6.            | Правила обращения с РАО в лаборатории. Кондиционирование РАО.   | 3    |
| 21    | 2.6             | Контрольная работа № 3  | 1    |
|       | <b>Раздел 3</b> |   |      |
| 1     | 3.1             | Изменение мирового энергетического баланса.   | 2    |
| 2     | 3.1             | Понятия: минерал, руда, месторождение. Коэффициент концентрирования в месторождении.                                  | 2    |
| 3     | 3.1             | Задачи процесса измельчения. Аппараты измельчения.  | 2    |
| 4     | 3.1             | Задачи процесса обогащения руд. Понятие: минимальная концентрация ценного компонента. Виды обогащения.                | 2    |
| 5     | 3.1             | Свойства лития, определяющие его применение в ядерных и неядерных областях.   | 2    |
| 6     | 3.1             | Редкоземельные элементы – расширение областей их применения.  | 2    |
| 7     | 3.1             | Контрольная работа № 1.   | 2    |
| 8     | 3.2             | Основы методов растворения и выщелачивания для переработки рудных концентратов.                                       | 2    |
| 9     | 3.2             | Принципиальные схемы разложения рудных концентратов спеканием с СаО.  | 2    |
| 10    | 3.2             | Принципиальные схемы хлорирования рудных концентратов.  | 2    |
| 11    | 3.2             | Принципиальные схемы переработки литиевых, бериллиевых и редкоземельных концентратов с использованием серной кислоты. | 2    |
| 12    | 3.2             | Принципиальные схемы разложения циркона, колумбита и танталита сплавлением с едкими щелочами.                         | 2    |
| 13    | 3.2             | Принципиальные схемы разложения циркона, колумбита и танталита методом фторирования.                                  | 2    |
| 14    | 3.2             | Контрольная работа № 2  | 2    |
| 15    | 3.3             | Требования к чистоте редких металлов в ядерной энергетике. Нейтронные яды.  | 2    |
| 16    | 3.3             | Особенности процессов осаждения и кристаллизации, методы достижения пересыщения.                                      | 2    |
| 17    | 3.3             | Аффинажные процессы в техноогии редких элементов (технологические схемы).   | 2    |
| 18    | 3.3             | Металлотермия. Принципы выбора металла-восстановителя и способы очистки восстанавливаемого соединения.                | 2    |
| 19    | 3.3             | Электролиз расплавов как метод получения редких металлов (технологические схемы).                                     | 2    |
| 20    | 3.3             | Иодидное рафинирование, порошковая металлургия и плавка редких металлов - промышленная организация процессов          | 2    |
| 21    | 3.3             | Контрольная работа № 3  | 2    |
| №     | №               | Темы практических занятий   | Часы |

| п/п      | раздела          |  |      |
|----------|------------------|--|------|
|          | <b>Раздел 4.</b> |  |      |
| 1        | 4.2              | Расчет коэффициента разделения химического метода очистки от примеси для случая равенства единице стехиометрических коэффициентов основной и параллельной химических реакций. Разработка схемы транспорта веществ в процессах очистки вещества химическими транспортными реакциями.              | 2    |
| 2        | 4.3              | Расчет коэффициента разделения в системе жидкость - пар в области микроконцентраций примеси по равновесным данным в области средних концентраций. Использование уравнения Ван-Лаара третьего порядка. Уравнение Калингерта –Дэвиса.  | 2    |
| 3        | 4.3              | Метод Карлсона – Колборна. Расчет коэффициента разделения в системе жидкость - пар по зависимости общее давление паровой фазы от состава жидкой фазы при постоянной температуре.   | 2    |
| 4        | 4.3              | Расчет коэффициента разделения в системе жидкость - пар по зависимости температуры кипения раствора при постоянном общем давлении от состава жидкой фазы.  | 2    |
| 5        | 4.3              | Расчет процесса ректификации в области микроконцентраций примеси с учетом постоянного загрязнения из внешней среды.  | 2    |
| 6        | 4.3              | Расчет полюса адсорбции, динамической активности слоя адсорбента по изоплане.  | 2    |
| 7        | 4.3              | Расчет внешнедиффузионного коэффициента массоотдачи и высоты неработающего слоя адсорбента в процессах глубокой очистки веществ, в том числе – под давлением.  | 2    |
| 8        | 4.3              | Оценка влияния на коэффициент разделения ионного обмена таких параметров как: концентрация микропримеси; размер и заряд гидратированных ионов.   | 2    |
| 9        | 4.3              | Расчет коэффициента разделения для системы расплав – твердое вещество по данным эксперимента по нормальной направленной кристаллизации.  | 3    |
| 10       | 4.3              | Расчет концентрационного профиля примеси в слитке после однократного прохода расплавленной зоны по слитку. Оценка необходимого числа проходов расплавленной зоны по образцу для получения нужной глубины очистки.  | 2    |
|          | <b>Раздел 5.</b> |  |      |
| 1        | 5.1              | Расчет коэффициента разделения (обогащения) изотопов водорода и кислорода при ректификации воды. Определение степени разделения и степени извлечения по данным работы соответствующих установок. Расчет оптимальных условий ректификации.  | 4    |
| 2        | 5.1              | Расчет коэффициента разделения (обогащения) изотопов легких элементов при ректификации, определение числа ступеней разделения, степени сокращения потоков, плотности орошения, гидравлического сопротивления, удельного отбора и расхода хладагента по данным работы производственных установок. | 5    |
| №<br>п/п | №<br>раздела     | Темы практических занятий  | Часы |

|   |     |  |   |
|---|-----|--|---|
| 3 | 5.2 | Расчет эффективных значений коэффициента разделения (обогащения). Определение ВЭТС, ЧТСР и времени релаксации установок, а также потоков рабочих веществ, исходя из задачи изотопного разделения, разных схем разделительных установок и малости значений однократного изотопного эффекта. | 2 |
| 4 | 5.2 | Расчет допустимых потерь целевого изотопа и его остаточной концентрации для процессов химического изотопного обмена.   | 2 |
| 5 | 5.2 | Расчет потоков реагентов на обращение потоков фаз для различных процессов химического изотопного обмена.   | 4 |
| 6 | 5.3 | Учет взаимного захвата фаз при определении эффективного коэффициента разделения изотопов водорода методом химобмена.   | 2 |
| 7 | 5.3 | Расчет потоков рабочих веществ при высоких значениях однократного эффекта разделения. Определение оптимальных значений соотношения потоков фаз.  | 2 |

## 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Технология основных материалов современной энергетики и основы радиационной безопасности» учебным планом не предусмотрен.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Технология основных материалов современной энергетики и основы радиационной безопасности» предусмотрена самостоятельная работа студента специалитета в объеме 418 акад. ч (5 семестр - 40 акад. ч.; 7 семестр – 126 акад. ч., 8 семестр – 90 акад. ч., 9 семестр – 162 акад. ч.) плюс 72 акад. ч (подготовка к экзамену – по 36 акад. ч в 8 и 9 семестрах).

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению коллоквиумов и контрольных работ;
- выполнение домашних расчетных работ;
- подготовку к сдаче экзаменов по дисциплине в 7, 8 и 9 семестрах.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8 ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## **8.1 Примерная тематика реферативно-аналитической работы.**

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

## **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Текущий контроль освоения дисциплины в 5 семестре (раздел 1) включает в себя 2 коллоквиума в форме устного опроса. Максимальная оценка за каждый коллоквиум составляет 50 баллов. Максимальная оценка за текущий контроль освоения дисциплины в 5 семестре составляет 100 баллов.

Для текущего контроля освоения дисциплины в 7 семестре (раздел 2) предусмотрены 3 контрольные работы (№1-3). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 20 баллов за каждую. Максимальная оценка за текущий контроль освоения дисциплины в 7 семестре составляет 60 баллов.

Для текущего контроля освоения дисциплины в 8 семестре (раздел 3) предусмотрены 3 контрольные работы (№4-6). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 20 баллов за каждую. Максимальная оценка за текущий контроль освоения дисциплины в 8 семестре составляет 60 баллов.

Для текущего контроля освоения дисциплины в 9 семестре предусмотрено 7 домашних расчетных работ. Расчетные работы 1-4 относятся к разделу 4 (максимальная оценка за работы 1 и 2 составляет 7 баллов за каждую, максимальная оценка за работы 3 и 4 составляет 8 баллов за каждую). Расчетные работы 5-7 относятся к разделу 5 (максимальная оценка за работы составляет 10 баллов за каждую). Максимальная оценка за текущий контроль освоения дисциплины в 9 семестре составляет 60 баллов.

### **Примеры вопросов к коллоквиумам и контрольным работам**

#### **8.2.1. Раздел 1.**

**Примеры вопросов к коллоквиуму № 1. Максимальная оценка – 50 баллов. Билет коллоквиума содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 25 баллов.**

1. Развитие цивилизации и потребности человечества в энергии.
2. Рост народонаселения Земли и прогноз энергопотребления каждым жителем планеты.
3. Запасы органического топлива. Прогноз продолжительности использования органического топлива в энергетических установках.
4. Тепловая электроэнергетика и ее воздействие на окружающую среду.
5. Возможность использования альтернативных источников: солнечной, геотермальной, энергии приливов и отливов, ветровой энергии.
6. Делящиеся вещества. Быстрые, промежуточные и медленные нейтроны. Ядерные реакции на медленных нейтронах.
7. Свойства урана.
8. Ядерный топливный цикл с реакторами на тепловых нейтронах.
9. Ядерный топливный цикл с реактором на быстрых нейтронах.
10. Открытый и замкнутый ядерные топливные циклы.
11. Запасы урана.
12. Атомные электростанции с реакторами с водой под давлением.
13. Атомные электростанции с кипящими реакторами.
14. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах.
15. Типы термоядерных реакций.
16. Воздействие начального этапа ядерного топливного цикла на окружающую среду. Сравнение с добычей органического топлива.
17. Диффузионный метод разделения изотопов урана.

18. Центробежный метод разделения изотопов.
19. Лазерный метод разделения изотопов.
20. Активная зона реактора, требования к ТВЭЛам и Т.В.С.
21. Воздействие радиохимических предприятий на окружающую среду.
22. Получение чистых соединений природного урана.
23. Подземное выщелачивание.

### **Пример билета к коллоквиуму № 1**

#### **Билет № 1**

1. Развитие цивилизации и потребности человечества в энергии.
2. Атомные электростанции с кипящими реакторами.

**Примеры вопросов к коллоквиуму № 2. Максимальная оценка – 50 баллов. Билет коллоквиума содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 25 баллов.**

1. Конструкционные реакторные материалы, требования к ним.
2. Основные эффекты взаимодействия излучений с реакторными материалами.
3. Радиационные явления, классификация дефектов кристаллов.
4. Санитарные правила проектирования и эксплуатации АЭС.
5. Радиоактивные загрязнения воздушной и водной среды АЭС.
6. Облучение населения естественными радионуклидами. Проблема радона.
7. Концепция беспороговой линейной зависимости доза-эффект.
8. Тепловое загрязнение водоемов от АЭС.
9. Экологические проблемы ядерной энергетики.
10. Крупнейшие аварии в атомной энергетике, их причины и последствия.
11. Альтернативные технические системы, повышающие безопасность атомной энергетики на примере реактора АСТ-500.
12. Основные принципы, используемые для повышения безопасности реакторов.
13. МАГАТЭ – Международное агентство по атомной энергии – основные задачи и принципы работы.
14. МКРЗ, НКДАР – цели и принципы работы.
15. Сравнение эффектов воздействия на окружающую среду ядерного и угольного топливных циклов.
16. Концепция развития ядерной энергетики в Российской Федерации.
17. Авария на Чернобыльской АЭС. Основные итоги и выводы.
18. Международные конвенции и Договор о нераспространении ядерного оружия.

### **Пример билета к коллоквиуму № 2**

#### **Билет № 1**

1. Санитарные правила проектирования и эксплуатации АЭС.
2. Сравнение эффектов воздействия на окружающую среду ядерного и угольного топливных циклов.

#### **8.2.2. Раздел 2.**

**Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 теоретических вопроса (1 вопрос из подразделов 2.1 и 2.2 и 1 вопрос из подраздела 2.4), по 5 баллов за вопрос и задачу (10 баллов).**

1. «Нормы радиационной безопасности». Их назначение, основные таблицы и применение.
2. Атомная энергетика и проблема радиоактивных отходов. Проблемы охраны окружающей среды.
3. Взаимодействие бета-частиц и электронов с веществом. Различия по сравнению с тяжелыми частицами.
4. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом. Терминология: корпускулярное излучение, фотонное, гамма-излучение, рентгеновское, поток частиц, плотность потока, флюенс и т.д.
5. Взаимодействие нейтронов с веществом. Термализация нейтронов. Протоны отдачи.
6. Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом. Уравнение Бете.
7. Взаимодействие фотонов с веществом. Фото-эффект и Комптон-эффект.
8. Гамма-излучение. Эффективность регистрации фотонов от их энергии и материала детектора.
9. Действие ионизирующего излучения на человека. Задачи дозиметрии.
10. Естественные и искусственные радионуклиды (РН) в окружающей среде.
11. Категории облучаемых лиц. Основные пределы доз для нормальных условий.
12. Критическая группа населения.
13. Керма. Понятие об электронном равновесии. Единица кермы.
14. Керма-постоянная и гамма-постоянная. Расчет поглощенной дозы от точечного гамма-источника.
15. Линейная передача энергии и относительная биологическая эффективность. Эквивалентная доза, ее единицы. Расчет эквивалентной дозы для смешанного излучения.
16. Массовые коэффициенты ослабления и поглощения потока фотонов.
17. Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ) и Научный Комитет по действию атомной радиации (НКДАР ООН).
18. Образование вторичных электронов. Структура треков. Шпоры и бобы.
19. Основные понятия химии высоких энергий. Терминология. Электронная активация, возбужденные молекулы, ионы, радикалы, поглощенная доза, радиационно-химические выходы, радиационная чувствительность и стойкость.
20. Основные принципы радиационной безопасности.
21. Открытые и закрытые источники излучения.
22. Планируемое повышенное облучение. Условия: необходимость спасения людей.
23. Поглощенная доза, ее единицы.
24. Понятие «радиационная безопасность». Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» № 3-ФЗ от 09.01.96 г.
25. Понятие о радиолизе. Образование продуктов радиолиза. Их концентрации.
26. Пробег заряженных частиц в веществе. Зависимость пробега от энергии частиц и заряда частиц.
27. Радиационный фон и вклад в него различных составляющих.
28. Стохастические и соматические эффекты. Беспороговая концепция зависимости риска от величины дозы. Коэффициенты риска.
29. Тканеэквивалентные дозиметры. Их применение. Погрешность определения дозы.
30. Тормозная способность среды и ЛПЭ. Линейная ионизация.
31. Экспериментальные методы определения пробега. Диаграмма Брэгга. Средний и экстраполированный пробеги.
32. Экспозиционная доза. Рентген, его энергетические эквиваленты. Расчет поглощенной дозы по данным рентгенометра.
33. Экстраполированный пробег электронов. Его определение.
34. Эффективная доза. Взвешивающие коэффициенты для тканей и органов.

35. Ядерная энергетика. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом. Радиационная химия, как часть химии высоких энергий, ее задачи.

#### **Задача**

Рассчитать во сколько раз 1 мг  $^{243}\text{Am}$  ( $T_{1/2} = 7380$  лет,  $\epsilon = 3900 \cdot 10^{-8}$  Зв/Бк) опаснее 1 мг  $^{239}\text{Pu}$  ( $T_{1/2} = 24100$  лет,  $\epsilon = 4300 \cdot 10^{-8}$  Зв/Бк).

В вариантах задач предлагается провести расчет для различных радионуклидов, таких как  $^{135}\text{Cs}$ ,  $^{144}\text{Ce}$ ,  $^{129}\text{I}$  и другие.

#### **Примеры контрольных работ**

##### **Пример контрольной работы № 1.**

###### **Вариант № 1**

1. Открытые и закрытые источники излучения.
2. Ядерная энергетика. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом. Радиационная химия, как часть химии высоких энергий, ее задачи.
3. Рассчитать во сколько раз 1 мг  $^{90}\text{Sr}$  ( $T_{1/2} = 29,1$  лет,  $\epsilon = 2,4 \cdot 10^{-8}$  Зв/Бк) опаснее 1 мг  $^{137}\text{Cs}$  ( $T_{1/2} = 30,0$  лет,  $\epsilon = 0,48 \cdot 10^{-8}$  Зв/Бк).

#### **Примеры вопросов к контрольной работе № 2.**

**Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 теоретических вопроса (1 вопрос из подраздела 2.4 и 1 вопрос из подраздела 2.3), по 5 баллов за вопрос и задачу (10 баллов).**

1. Возбужденные состояния (синглетные и триплетные). Пути их образования.
2. Гомогенная стадия радиолиза воды и водных растворов. Уравнения накопления.
3. Дозиметрия гамма-излучения в лаборатории.
4. Дозовые коэффициенты для ингаляции. Распределение соединений по типам.
5. Использование гамма-спектрометрии в лаборатории.
6. Квазисвободные электроны, подвижность, миграция. Работа входа электрона в конденсированную среду.
7. Классификация радиационных объектов по потенциальной опасности.
8. Контрольные уровни облучения. Дозиметрия в лаборатории.
9. Классы лабораторий.
10. Наблюдаемые выходы радиолитических продуктов. Мощность дозы и равновесные концентрации продуктов радиолиза.
11. Определение активности аэрозолей в лаборатории.
12. Определение объемной активности бета- и гамма-излучателей.
13. Определение радионуклидов стронция.
14. Организация работ с радионуклидами. Задачи администрации.
15. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ.
16. Особенности реакций квазисвободных электронов в неполярных жидкостях.
17. Оценка радиационной опасности по  $A \cdot \epsilon$ .
18. Полярная и структурная модели сольватированного электрона.
19. Понятия «минимально значимой активности» и «минимально значимой активности удельной». Группы радиационной опасности.
20. Правила уменьшения радиационной опасности. Правила личной гигиены в лаборатории 3 класса.
21. Правила радиационной безопасности, направленные на борьбу с аэрозолями и предотвращающие возможность выноса радионуклидов за пределы лаборатории.
22. Прямой и косвенный радиолиз соединений в растворах.
23. Пути образования молекулярного водорода при радиолизе органических веществ.
24. Работа с закрытыми источниками излучения.
25. Радиационный контроль в лаборатории.



26. Радиолит газав.
27. Радиолит органических соединений.
28. Расчет ПП и ДОА по дозовым коэффициентам.
29. Расчет ПП и МОА по дозовым коэффициентам.
30. Релаксация возбужденных состояний: внутренняя и интеркомбинационная конверсии, флуоресценция и фосфоресценция, безизлучательная дезактивация.
31. Свободные радикалы. Реакции присоединения, рекомбинации и диспропорционирования.
32. Спецканализация и удаление отходов.
33. Требования к персоналу.
34. Химические реакции гидроксильного радикала.
35. Химические реакции сольватированного электрона.

### Задача

Рассчитать какое время в течение года можно работать в лаборатории, в которой мощность дозы на рабочем месте 6 мкГр/час и следующие условия:

| Радионуклид       | Дозовый коэффициент, Зв/Бк | Объемная активность в возд., Бк/м <sup>3</sup> |
|-------------------|----------------------------|--|
| <sup>60</sup> Со  | $0,96 \cdot 10^{-8}$       | 300  |
| <sup>137</sup> Сs | $4,8 \cdot 10^{-9}$        | 400  |

В вариантах задач предлагается провести расчет для различных значений мощности дозы и радионуклидов, таких как <sup>135</sup>Сs, <sup>144</sup>Се, <sup>121</sup>И, <sup>60</sup>Со и другие.

### **Пример контрольной работы № 2.**

1. Полярная и структурная модели сольватированного электрона.
2. Классы лабораторий.
3. Рассчитать, какое время в течение года можно работать в лаборатории, в которой мощность дозы на рабочем месте 3 мкГр/час и следующие условия:

| Радионуклид       | Дозовый коэффициент, Зв/Бк | Объемная активность в возд., Бк/м <sup>3</sup> |
|-------------------|----------------------------|--|
| <sup>137</sup> Сs | $0,48 \cdot 10^{-8}$       | 600  |
| <sup>144</sup> Се | $3,4 \cdot 10^{-8}$        | 130  |

### **Примеры вопросов к контрольной работе № 3.**

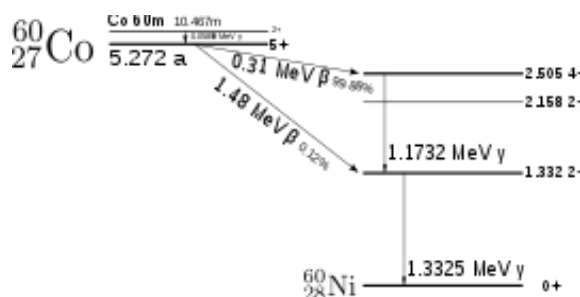
**Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 теоретических вопроса (1 вопрос из подразделов 2.3 и 2.6 и 1 вопрос из подраздела 2.5), по 5 баллов за вопрос и задачу (10 баллов).**

1. Высокотемпературный радиолит воды и водяного пара. Радиолит кипящей воды..
2. Дозиметр Фрикке. Радиационно-химический выход. Линейность дозиметра.
3. Дозиметрия точечных источников бета-излучения.
4. Дозовые коэффициенты для населения, их зависимость для критических групп от возраста.
5. Защита населения при радиационной аварии.
6. Защита пациента в ядерной медицине.
7. Измерение потоков тепловых нейтронов.
8. Классификация РАО по удельной активности.
9. Кондиционирование РАО. Матрицы для кондиционирования.
10. Меры по ограничению облучения населения природными источниками.
11. Меры по ограничению облучения населения техногенными источниками.

12. Модифицированные дозиметры Фрикке.
13. Обеспечение радиационной безопасности населения.
14. Образцовый глюкозный дозиметр. Диапазон линейности дозиметра.
15. Ограничение медицинского облучения.
16. Пересчет показаний дозиметра Фрикке к исследуемой системе.
17. Подавление коррозии конструкционных материалов и уноса радиоактивного йода.
18. Подавление образования кислорода в водном теплоносителе.
19. Понятие о «радиоактивном отходе» РАО. Источники образования РАО.
20. Пределы годового поступления ПГП<sub>нас</sub> для воды и пищи.
21. Пределы годового поступления ПГП<sub>нас</sub> для воздуха.
22. Пределы доз для населения.
23. Предпосылки образования производства водорода на основе радиолиза водяного пара.
24. Радиационный контроль при работе с населением.
25. Радиолиз водного раствора гидразина.
26. Радиолиз водного теплоносителя в различных энергетических реакторах.
27. Радиолиз водных растворов борной кислоты и аммиака/водорода.
28. Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами СПОРО. Основные разделы.
29. Складирование РАО в организации.
30. Составы критических групп населения.
31. Транспортирование РАО.
32. Учет при дозиметрии внутреннего излучения реакторов (альфа-излучение).

### Задача

**Пример 1.** Рассчитать поглощенную дозу в ионообменной смоле содержащей  $4 \cdot 10^{12}$  Бк/кг  $^{60}\text{Co}$  накопленную в течении года. Считать, что поглощается 10% излучения.



**Пример 2.** При радиолизе водного раствора вещества с молекулярной массой 112 его массовая концентрация уменьшилась с 0,11% до 0,09% при поглощенной дозе 1 кГр. Определите радиационно-химический выход разложения данного вещества, если плотность раствора  $1000 \text{ кг/м}^3$ .

**Пример 3.** При делении ядра урана-235 примерно 12% выделяющейся энергии приходится на проникающее излучение (n и  $\gamma$ ). Определите, какая была бы скорость разложения воды в реакторе ВВЭР-1000, если считать, что все n и  $\gamma$  излучение поглощается в реакторе, и не подавляют радиолиз воды (выход разложения воды в таких условиях составит 4,5 молекул/100 эВ).

### Пример контрольной работы № 3

#### Вариант № 15

1. Складирование РАО в организации
2. Высокотемпературный радиолиз воды и водяного пара. Радиолиз кипящей воды.
3. В емкости на 80% (по объему) заполненной водным раствором происходит автордиолиз при поглощенной дозе 0,1 Гр/с. Через какое время в свободном объеме

емкости может создаваться критическая концентрация водорода (4,1 масс.%, плотность воздуха 1,2 кг/м<sup>3</sup>), если выход образования водорода 4,5 мол./100 эВ и принять допущения, что весь образующийся водород выходит из раствора и емкость полностью герметична.

### 8.2.3. Раздел 3.

**Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 теоретических вопроса из подраздела 3.1 по 10 баллов за вопрос.**

1. Причины возникновения гидрометаллургии.
2. Первый гидрометаллургический процесс промышленного масштаба.
3. Связь между металлургией редких металлов и гидрометаллургией.
4. Какие новые геотехнологические приемы Вам известны.
5. Тенденции запасов и качества руд редких металлов.
6. Экстрактивная металлургия.
7. История возникновения металлургии на территории России.
8. Роль М.В. Ломоносова в развитии металлургии.
9. Роль Д.И. Менделеева в развитии учения о редких элементах.
10. Роль Вернадского в развитии технологии редких металлов в России.
11. Причина внимания исследователей к Ra.
12. Первые институты, связанные с проблемой редких металлов, образованные после 1917.
13. Начало подготовки специалистов в области редких металлов в России.
14. Цели процессов экстрактивной металлургии.
15. Иерархия целей экстрактивной металлургии.
16. Соотношение между иерархией целей и технологической схемой.
17. Оценка стоимости процесса.
18. Какой вид топлива вносит наибольший вклад в удовлетворение энергетических потребностей мира?
19. Какой вид топлива вносил наибольший вклад в удовлетворение энергетических потребностей мира в 1900 г.?
20. Основное противоречие между структурой энергетических ресурсов и структурой энергопотребления?
21. Основной альтернативный источник энергии?
22. Какие альтернативные источники энергии (помимо солнечной) вы знаете?
23. Порядок количества ежегодного потребления топлива угольной и ядерной электростанциями мощностью 1 млн. кВт.
24. По какой статье расходов на добычу топлива уран обеспечивает наибольшую относительную выгоду по сравнению с ядерной.
25. Что такое земная кора?
26. Что такое кларк элемента? Какие виды кларков элементов Вы знаете?
27. Требования к металлу, применяемому в качестве оболочки твэла?
28. Почему именно Zr применяется в качестве конструкционного материала в реакторах на медленных нейтронах, какие еще металлы слабо поглощают медленные нейтроны и почему они не применяются.
29. Неядерные области применения циркония.
30. Неядерные области применения урана.
31. Li - основные области применения.
32. Be - основные области применения.
33. PЗМ, Sc - основные области применения.
34. V, Nb, Ta - основные области применения.

35. Mo, W -основные области применения.
36. Re - основные области применения.
37. Что такое минерал?
38. Виды окраски минералов.
39. Какие горные породы (по составу) Вы знаете? Примеры?
40. Твердость минералов - шкала Мооса?
41. Горные породы по происхождению.
42. Деление осадочных пород по способу образования.
43. Пример перехода пород: осадочная — метаморфическая.
44. Геотермический градиент.
45. Поверхность Мохоровичича что это такое?
46. Основные породообразующие минералы.
47. Чем определяется кислотность магматической породы?
48. Законы изоморфного замещения.
49. Гетеровалентный изоморфизм.
50. Примеры наиболее распространенных в Земной коре элементов.
51. Наименее распространенный (стабильный) в земной коре элемент.
52. Общие закономерности распространенности элементов ?
53. Процесс образования редкометалльных пегматитов?
54. Что такое месторождение?
55. Коренные (первичные) и вторичные месторождения.
56. Коэффициент концентрирования элемента в месторождении.
57. Определение и понятие «пустая порода»?
58. Что такое рассеянный элемент? Примеры?
59. Особенности геохимии редких элементов.
60. Положение россыпей по отношению к коренному месторождению – название.
61. Что такое резерв (запас) и ресурс.
62. Способы расширения резервов и ресурсов.
63. Чем отличается комплексная руда от комплексного минерала?
64. Пример комплексной руды.
65. Пример комплексного минерала.
66. Какими свойствами должны обладать минералы коренного месторождения чтобы образовалось россыпное?
67. Что такое металлургия?
68. Геохимическое и технологическое понятие «редкий элемент».

#### **Пример контрольной работы № 4.**

##### **Вариант № 1**

1. Неядерные области применения циркония.
2. Определение и понятие «пустая порода».

#### **Примеры вопросов к контрольной работе № 5.**

**Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 теоретических вопроса из подраздела 3.2 по 10 баллов за вопрос.**

1. Вскрытие минералов редких металлов серной кислотой и сульфатными солями.
2. Чем различаются процессы спекания и сплавления? Роль, плавней.
3. Сравнение процессов сплавания и сплавления на примере вскрытия NaOH и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.
4. Вскрытие минералов редких металлов с фторсиликатными солями .
5. Декрипитация сподумена.
6. Сравнение процессов выщелачивания и растворения.
7. Кинетика процессов выщелачивания.

8. Агитационное и перколяционное выщелачивание. Пути интенсификации.
9. Кучное и подземное выщелачивание.
10. Сравнение сернокислотного и карбонатного выщелачивания урановых руд.
11. Применение окислителей при выщелачивании урановых руд.
12. Экстракция: определение, изотерма экстракции, коэффициент распределения и разделения.
13. Константа экстракционного равновесия. Высаливание.
14. Кинетика экстракционных процессов. Коэффициенты массоотдачи и массопередачи.
15. Классификация экстрагентов. Химизм экстракции редких металлов экстрагентами разных классов.
16. Селективность процесса экстракции. Влияние различных факторов на селективность.
17. Требования, предъявляемые к экстрагентам и разбавителям в технологии.
18. Гидролиз трибутилфосфата.
19. Фосфорорганические кислые и нейтральные экстрагенты. Различие в механизме экстракции редких металлов.
20. Реакции экстракции урана трибутилфосфатом, триоктиламином и ЧАО.
21. рН полуэкстракции.
22. Экстракционные методы разделения циркония и гафния.
23. Экстракционные методы разделения тантала и ниобия.
24. Селективность при экстракционном разделении РЗМ.
25. Классификация сорбентов. Синтетические сорбенты. Матрица и ионообменные группы.
26. Графический расчет селективности ионного обмена.
27. Полная, статическая и динамическая емкости сорбентов. Зависимость обменной емкости от величины рН.
28. Динамика ионного обмена. Время защитного действия сорбционной колонны. Коэффициент защитного действия.
29. Формирование работающего слоя сорбционной колонны. Проскоковая концентрация.
30. Кинетика сорбции.
31. Хроматография. Фронтальный анализ, разделительная, элюентная хроматография.
32. Ионный обмен как химическая реакция. Константа ионного обмена. Избирательность ионного обмена.
33. Графический расчет селективности ионного обмена.
34. Сорбенты различной природы. Набухаемость сорбентов. Влияние природы иона на его сорбируемость.
35. Сорбционное извлечение урана из сернокислых и карбонатных растворов.
36. Принцип ионообменного разделения РЗМ. Комплексообразователи. Ионы-замедлители.
37. Хлорирование минералов редких металлов. Роль углерода при хлорировании. Разделение хлоридов металлов конденсацией.
38. Различные варианты организации процесса хлорирования.
39. Хлорирование лопарита. Достоинства и недостатки метода хлорирования.
40. Разделение хлоридов металлов, близких по свойствам.

#### **Пример контрольной работы № 5.**

##### Вариант № 1

1. Вскрытие минералов редких металлов серной кислотой и сульфатными солями.
2. Экстракция: определение, изотерма экстракции, коэффициент распределения и разделения.

#### **Примеры вопросов к контрольной работе № 6.**

**Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 теоретических вопроса из подраздела 3.3 по 10 баллов за вопрос.**

1. Способы выделения металла из раствора.
2. Цели реакции осаждения металла из раствора.
3. Что такое соосаждение, чем оно характеризуется?
4. Какие виды соосаждения Вы знаете?
5. Что входит в выражение эффективного коэффициента захвата примеси?
6.  $k = ab^{-1} c^{-1} p$
7. Какие величины входят в уравнение Хлопина?  
$$\frac{x}{x_0 - x} = k_{\text{равн}} \frac{L}{\rho} \left[ \frac{y}{y_0 - y} \right]$$
- 8.
9. При каких условиях коэффициент сокристаллизации микрокомпонента достаточно высок?
10. Какие классы труднорастворимых соединений обычно используются в технологии материалов ядерной энергетики?
11. Теоретический вывод выражения произведения растворимости.
12. Связь произведения растворимости и растворимости труднорастворимой соли.
13. Факторы, влияющие на растворимость.
14. рН осаждения гидроокиси.
15. С чем связано явление «старения» осадков гидроокисей многовалентных металлов.
16. Стадии процесса выделения осадка труднорастворимой соли.
17. Виды процесса кристаллизации по способу создания пересыщения.
18. Характеристики процесса пересыщения.
19. Границы метастабильной области процесса кристаллизации.
20. Факторы, влияющие на величину предельной концентрации пересыщения.
21. Эмпирические закономерности, определяющие устойчивость пересыщенных растворов.
22. Зависимость растворимости соединения от размера кристаллов.
23. Стадии роста кристаллов.
24. Понятие о "ядерной чистоте".
25. Понятие о "нейтронных ядах".
26. Понятие о "коэффициенте опасности".
27. Пероксидный аффинаж урана.
28. Карбонатный аффинаж урана.
29. Какие важнейшие оксиды урана Вам известны?
30. Преимущества  $UO_2$  в качестве ядерного топлива.
31. Основные свойства диоксида урана  $UO_2$ .
32. Основные свойства оксида урана  $U_3O_8$ .
33. Основные свойства триоксида урана  $UO_3$ .
34. Каким путем и какие окислы можно получить из продуктов аффинажа урана?
35. Основные свойства уранил-фторида.
36. Основные свойства тетрафторида урана.
37. Основные свойства гексафторида урана.
38. Теоретические основы металлотермии.
39. Почему углерод теоретически может восстанавливать любые металлы из их оксидов и почему он применявшейся достаточно редко?
40. Общий вид зависимости  $\Delta G$  образования простых соединений от температуры.
41. Условность понятия металл-восстановитель и восстанавливаемый металл в металлотермии.
42. Что необходимо знать для расчета теплового эффекта металлотермической реакции?
43. Что такое термичность металлотермической реакции?

44. Роль вакуума в металлотермии.
45. Классификация металлотермических реакций.
46. Роль греющих, охлаждающих и других добавок в металлотермии.
47. Возможность расчета  $\Delta G$  металлотермической реакции.
48. Процесс восстановления  $TiCl_4$  магнием.
49. Оформление процесса отделения титановой губки от продуктов реакции и реагентов.
50. Преимущества и недостатки процесса восстановления  $TiCl_4$  натрием по сравнению с магниетермией.
51. Восстановление  $ZrCl_4$  магнием.
52. Чем определяется нижняя и верхняя границы температуры металлотермического процесса?
53. Способы очистки галогенидов от примесей,
54. Преимущества процесса получения металлов электролизом.
55. Почему редкие металлы преимущественно получают электролизом расплавов?
56. Источники токопотерь при электролизе.
57. Теоретические основы процесса электролиза.
58. Способы повышения чистоты выделяемого электролизом металла.
59. Причины отклонения потенциала электрода от равновесного значения.
60. Зависимость поляризации от плотности тока и температуры.
61. Из каких компонентов состоит практическая величина потенциала разложения соли при электролизе?
62. Что такое выход по току, напряжению и коэффициент полезного использования энергии?
63. Почему при электролизе расплавов часто используют смесь солей?
64. Электролитическое получение лития.
65. Конструкции электролизеров для электролиза расплавов солей.
66. Процессы порошковой металлургии.
67. Способы получения порошков металлов для процессов порошковой металлургии.
68. Принципиальные основы способа иодидной очистки металлов.
69. Что такое транспортная реакция?
70. Промышленное оформление процесса иодидного рафинирования.
71. Регенерация иода в процессе иодидного рафинирования.
72. Особенности процесса плавки редких металлов.
73. Плавка с нерасходуемым электродом.
74. Плавка с расходуемым электродом.
75. Применение электронно-лучевой плавки.
76. Индукционная плавка редких металлов.

#### **Пример контрольной работы № 6.**

##### Вариант № 1

1. Что такое кристаллизация и осаждение.
2. Влияние концентрации ионов металлов на рН осаждения гидроксида данного металла.

#### 8.2.4. Раздел 4.

**Пример домашней расчетной работы № 1** «Термодинамический расчет равновесия жидкость – пар в области предельно разбавленных растворов». Максимальная оценка – 7 баллов. При формировании индивидуальных заданий варьируется состав разделяемой системы и условия разделения.

Рассчитать коэффициент разделения в системе хлороформ (1) – этанол (2) в области микроконцентраций этанола по косвенным данным, которые получены в изотермических условиях при температуре 55 °С.

Зависимость давления пара чистого хлороформа от температуры описывается уравнением:

$\lg P_1^0 = 6,90328 - 1163,0/(t + 227)$ , где значение температуры в  $^{\circ}\text{C}$ , а давления - в мм.рт.ст.

Зависимость давления пара чистого этанола от температуры описывается уравнением:

$\lg P_2^0 = 8,24169 - 1652,6/(t + 230)$ , где значение температуры в  $^{\circ}\text{C}$ , а давления - в мм.рт.ст.

| Состав жидкой фазы, м.д. | Общее давление насыщенного пара, мм.рт.ст. |
|--------------------------|--|
| $x_1$                    | $P$  |
| 0                        | 279,86                                     |
| 0,0712                   | 339,89                                     |
| 0,1029                   | 367,01                                     |
| 0,1869                   | 441,04                                     |
| 0,2806                   | 508,78                                     |
| 0,3445                   | 545,72                                     |
| 0,3904                   | 566,74                                     |
| 0,4794                   | 599,03                                     |
| 0,6211                   | 632,14                                     |
| 0,7269                   | 646,79                                     |
| 0,8390                   | 653,11                                     |
| 0,9430                   | 644,24                                     |
| 1,000                    | 617,84                                     |

**Пример домашней расчетной работы № 2 «Расчет процесса глубокой ректификационной очистки, осложненный поступлением примеси из внешнего источника». Максимальная оценка – 7 баллов.** При формировании индивидуальных заданий варьируется состав разделяемой системы и условия разделения.

В ректификационной насадочной колонне из кварца (диаметр 2 см, высота насадочного слоя 1,0 м) с кварцевой насадкой в виде спиралей, производится очистка хлорида германия ( $T_{\text{кип}}=359,7 \text{ K}$ ) от микропримеси хлорида мышьяка ( $T_{\text{кип}}=403,4\text{K}$ ) при скорости орошения 3,42 моль/ч.

В ходе предварительных экспериментов при введении в раствор радиоактивной метки  $^{74}\text{As}$ , которого гарантировано не содержится в кварце, установлено, что в данной ректификационной колонне по мышьяку достигается фактор разделения  $4,87 \cdot 10^{-5}$ .

В реальных условиях (при работе без метки) в безотборном режиме концентрацию хлорида мышьяка удалось снизить с  $1,64 \cdot 10^{-5}$  до  $6,3 \cdot 10^{-8}$  мас. % при  $\alpha = 1,53$ .

Рассчитать концентрацию хлорида мышьяка в продукте при степени отбора 15%.

**Пример домашней расчетной работы № 3 «Адсорбционные методы». Максимальная оценка – 8 баллов.** При формировании индивидуальных заданий варьируется состав разделяемой системы и условия разделения.

При адсорбционной экспериментальной очистке аргона от кислорода под давлением 0,15 МПа использован цеолит NaA. Цеолит NaA был загружен в адсорбер при комнатной температуре. Адсорбция цеолита по воде при комнатной температуре – 22 масс.%. Насыпная масса гидратированного цеолита –  $800 \text{ кг/м}^3$ .

При высоте адсорбционного слоя 1,46 м, диаметре адсорбера 0,1 м и исходной концентрации кислорода 5 об. % получены следующие результаты измерения концентрации примеси во времени на выходе из адсорбера:



| $\tau$ , мин | $C$ , об.% |
|--------------|------------|
| 080          | 0,08       |
| 114          | 0,15       |
| 155          | 0,25       |
| 214          | 0,57       |
| 251          | 0,95       |
| 275          | 1,50       |
| 286          | 2,00       |
| 296          | 3,00       |
| 306          | 4,00       |
| 320          | 4,58       |
| 337          | 4,77       |
| 351          | 4,97       |
| 358          | 5,00       |

Определить значение кинетического коэффициента внешней диффузии (коэффициента массоотдачи в газовой фазе) и высоту неработающего слоя при скорости газа в адсорбере 0,8 м/мин.

Необходимое снижение содержания кислорода в аргоне за слоем адсорбента – 100 раз.

Равновесная адсорбция кислорода описывается уравнением

$$a_p = W_a/v^* \cdot \exp[-B \cdot T^2/\beta_a^2 \cdot (\lg(p_s/p))^2], \text{ где}$$

$$W_a = 0,205 \text{ см}^3/\text{г},$$

$$v^* = 30,3 \text{ см}^3/\text{моль},$$

$$B = 0,0000049 \text{ град}^{-2},$$

$$\beta_a = 0,91,$$

$$p_s^{(T=96\text{K})} = 140 \text{ кПа}.$$

**Пример домашней расчетной работы № 4 «Кристаллизационные методы».**  
**Максимальная оценка – 8 баллов.** При формировании индивидуальных заданий варьируется состав разделяемой системы и условия разделения.

Построить профили концентрации примеси вдоль цилиндрического слитка и сравнить выход очищенного продукта зонной плавки за один проход расплавленной зоны с методом направленной кристаллизации для системы кремний (основное вещество) – сурьма (примесь).

В качестве критерия сравнения выбрать длину образца, в котором концентрация сурьмы в сечении не превышает  $8,0 \cdot 10^{16}$  ат./см<sup>3</sup>.

Исходные данные:

- начальная концентрация сурьмы в образце – 0,02 масс. %;
- равновесный коэффициент Разделения сурьмы в кремнии – 0,0023;
- отношение толщины диффузионного слоя к коэффициенту диффузии примеси в жидкости – 200 с/см;
- концентрация собственных атомов кремния в кристаллической решетке-  $5 \cdot 10^{22}$  ат./см<sup>3</sup>;
- скорость перемещения расплавленной зоны – 1,5 мм/мин;
- длина образца – 0,5 м.
- ширина расплавленной зоны – 5 см.

## 8.2.5. Раздел 5.

**Пример домашней расчетной работы № 5 «Расчет параметров разделения производственных ректификационных установок». Максимальная оценка – 10 баллов.**

При формировании индивидуальных заданий предлагается с использованием литературных данных провести расчет той или иной конкретной производственной технологической схемы, предназначенной для разделения стабильных изотопов легких элементов.

Определить: максимальное и минимальное значения коэффициента разделения изотопов углерода, а также поток питания каскада и удельное гидравлическое сопротивление для установки разделения изотопов углерода ректификацией CO в Лос-Аламосской лаборатории (установка 1969 г.).

Для решения задачи использовать литературные данные [Андреев Б.М., Магомедбеков Э.П., Райтман А.А., Розенкевич М.Б., Сахаровский Ю.А., Хорошилов А.В. Разделение изотопов биогенных элементов в двухфазных системах. М.: ИздАТ, 2003, 376 с.].

**Пример домашней расчетной работы № 6 «Расчет параметров установок при разделении изотопов методом химобмена». Максимальная оценка – 10 баллов.**

При формировании индивидуальных заданий предлагается провести расчет требуемых параметров процессов разделения изотопов легких элементов для различных химобменных систем в установках различного масштаба.

В процессе химического изотопного обмена между NH<sub>3</sub> и NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> в лабораторной колонне диаметром 16 мм и высотой слоя насадки 1,3 м (схема открытая) в б.о. режиме получено значение стационарной концентрации <sup>15</sup>N, равное 0,80 ат. %. Поток по колонне составил равен 2,3 мл раствора нитрата аммония в минуту на 1 см<sup>2</sup> с суммарной концентрацией обменивающегося азота 15 М. После эксперимента определили: удерживающую способность насадки в колонне по азоту - 0,02 г-ат N/ТСР, а в системе обращения потока - в 1,8 раза больше по сравнению с колонной.

Приняв:  $\alpha_{эф} = 1,024$ ; исходная концентрация изотопа <sup>15</sup>N - природная (0,366 % ат.), найти степень разделения  $K_m$ ; ВЭТС и время релаксации.

**Пример домашней расчетной работы № 7 «Расчет параметров установок разделения изотопов водорода». Максимальная оценка – 10 баллов.**

При формировании индивидуальных заданий предлагается провести расчет требуемых параметров процессов разделения изотопов водорода для различных химобменных систем в установках различного масштаба.

Для двухтемпературного двухступенчатого каскада получения тяжелой воды сероводородным способом (исходная концентрация дейтерия 0,015 % ат.), работающего при  $T_1 = 303$  К и  $T_2 = 403$  К и производящего HDO с концентрацией дейтерия 3,75 % ат.

при равном значении степени разделения на ступенях, определить оптимальное соотношения потоков и число теоретических ступеней разделения в каждой ступени каскада при соотношении ЧТСР в колоннах каждой ступени равном 1.

В расчетах принять: значение относительного отбора равно 0,85 и 0,80 для первой и второй ступени каскада соответственно; удельный отбор 0,2;  $\alpha = 0,871 \exp(298/T)$ .

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины**

**Зачет с оценкой проводится в 7 семестре. Максимальная оценка на зачете с оценкой составляет 40 баллов. Экзамены проводятся в 8 и 9 семестрах. Максимальная оценка за экзамен составляет 40 баллов.**

#### **8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля (7-й семестр – зачет с оценкой)**

**Билет содержит 3 вопроса из раздела 2 (1-й и 2-й вопросы – по 13 баллов, вопрос 3 – 14 баллов). Максимальная оценка за экзамен – 40 баллов.**

1. Открытые и закрытые источники излучения.
2. Ядерная энергетика. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом. Радиационная химия, как часть химии высоких энергий, ее задачи.
3. Радиационный фон и вклад в него различных составляющих.
4. Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ) и Научный Комитет по действию атомной радиации (НКДАР ООН).
5. Естественные и искусственные радионуклиды (РН) в окружающей среде.
6. Атомная энергетика и проблема радиоактивных отходов. Проблемы охраны окружающей среды.
7. Понятие «радиационная безопасность». Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» № 3-ФЗ от 09.01.96 г.
8. Действие ионизирующего излучения на человека. Задачи дозиметрии.
9. Поглощенная доза, ее единицы.
10. Гамма-излучение. Эффективность регистрации фотонов от их энергии и материала детектора.
11. Керма. Понятие об электронном равновесии. Единица кермы.
12. Экспозиционная доза. Рентген, его энергетические эквиваленты. Расчет поглощенной дозы по данным рентгенометра.
13. Керма-постоянная и гамма-постоянная. Расчет поглощенной дозы от точечного гамма-источника.
14. Линейная передача энергии и относительная биологическая эффективность. Эквивалентная доза, ее единицы. Расчет эквивалентной дозы для смешанного излучения.
15. Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом. Уравнение Бете.
16. Тормозная способность среды и ЛПЭ. Линейная ионизация.
17. Пробег заряженных частиц в веществе. Зависимость пробега от энергии частиц и заряда частиц.
18. Экспериментальные методы определения пробега. Диаграмма Брэгга. Средний и экстраполированный пробеги.
19. Взаимодействие бета-частиц и электронов с веществом. Различия по сравнению с тяжелыми частицами.
20. Экстраполированный пробег электронов. Его определение.
21. Взаимодействие нейтронов с веществом. Термализация нейтронов. Протоны отдачи.
22. Взаимодействие фотонов с веществом. Фото-эффект и Комптон-эффект.
23. Массовые коэффициенты ослабления и поглощения потока фотонов.

24. «Нормы радиационной безопасности». Их назначение, основные таблицы и применение.
25. Требования к персоналу.
26. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ.
27. Понятия «минимально значимой активности» и «минимально значимой активности удельной». Группы радиационной опасности.
28. Классы лабораторий.
29. Классификация радиационных объектов по потенциальной опасности.
30. Дозовые коэффициенты для ингаляции. Распределение соединений по типам.
31. Расчет ПГП и ДОА по дозовым коэффициентам.
32. Оценка радиационной опасности по  $A \cdot \epsilon$ .
33. Организация работ с радионуклидами. Задачи администрации.
34. Пределы доз для населения.
35. Составы критических групп населения.
36. Меры по ограничению облучения населения техногенными источниками.
37. Меры по ограничению облучения населения природными источниками.
38. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом. Терминология: корпускулярное излучение, фотонное, гамма-излучение, рентгеновское, поток частиц, плотность потока, флюенс и т.д.
39. Основные понятия химии высоких энергий. Терминология. Электронная активация, возбужденные молекулы, ионы, радикалы, поглощенная доза, радиационно-химические выходы, радиационная чувствительность и стойкость.
40. Понятие о радиоллизе. Образование продуктов радиоллиза. Их концентрации.
41. Образование вторичных электронов. Структура треков. Шпоры и бобы.
42. Возбужденные состояния (синглетные и триплетные). Пути их образования.
43. Релаксация возбужденных состояний: внутренняя и интеркомбинационная конверсии, флуоресценция и фосфоресценция, безизлучательная дезактивация.
44. Квазисвободные электроны, подвижность, миграция. Работа входа электрона в конденсированную среду.
45. Полярная и структурная модели сольватированного электрона.
46. Химические реакции сольватированного электрона.
47. Особенности реакций квазисвободных электронов в неполярных жидкостях.
48. Свободные радикалы. Реакции присоединения, рекомбинации и диспропорционирования.
49. Прямой и косвенный радиоллиз соединений в растворах.
50. Гомогенная стадия радиоллиза воды и водных растворов. Уравнения накопления продуктов и материальный баланс радиоллиза.
51. Химические реакции гидроксильного радикала.
52. Наблюдаемые выходы радиолитических продуктов. Мощность дозы и равновесные концентрации продуктов радиоллиза.
53. Радиоллиз органических соединений.
54. Пути образования молекулярного водорода при радиоллизе органических веществ.
55. Радиоллиз газов.
56. Высокотемпературный радиоллиз воды и водяного пара. Радиоллиз кипящей воды.
57. Радиоллиз водного теплоносителя в различных энергетических реакторах.
58. Радиоллиз водных растворов борной кислоты и аммиака/водорода.
59. Радиоллиз водного раствора гидразина.
60. Понятие о «радиоактивном отходе» РАО. Источники образования РАО.
61. Подавление коррозии конструкционных материалов и уноса радиоактивного йода.
62. Пределы годового поступления ПГП<sub>нас</sub> для воздуха.
63. Подавление образования кислорода в водном теплоносителе.
64. Пределы годового поступления ПГП<sub>нас</sub> для воды и пищи.

65. Предпосылки образования производства водорода на основе радиолиза водяного пара.
66. Обеспечение радиационной безопасности населения.
67. Дозиметр Фрикке. Радиационно-химический выход. Линейность дозиметра.
68. Радиационный контроль при работе с населением.
69. Модифицированные дозиметры Фрикке.
70. Защита пациента в ядерной медицине.
71. Образцовый глюкозный дозиметр. Диапазон линейности дозиметра.
72. Защита населения при радиационной аварии.
73. Пересчет показаний дозиметра Фрикке к исследуемой системе.
74. Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами - СПОРО. Основные разделы.
75. Измерение потоков тепловых нейтронов.
76. Классификация РАО по удельной активности.
77. Учет при дозиметрии внутреннего излучения реакторов (альфа-излучение).
78. Пробег заряженных частиц в веществе. Зависимость пробега от энергии частиц и заряда частиц.

### **8.3.2. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля (8 семестр – экзамен).**

**Максимальная оценка за экзамен – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса из раздела 3, по 20 баллов каждый**

1. Хлорирование лопарита.
2. Вскрытие сподумена серной кислотой.
3. Вскрытие сподумена спеканием с сульфатом калия.
4. Разложение берилла серной кислотой.
5. Серноокислотное разложение монацита с дробным осаждением фосфатов РЗЭ и тория.
6. Сплавление монацита с едким натром.
7. Сплавление циркона с едким натром.
8. Сплавление колумбита-танталита с NaOH.
9. Сплавление колумбита-танталита с KOH.
10. Вскрытие сподумена спеканием с известью.
11. Вскрытие циркона спеканием с известью.
12. Спекание берилла с фторсиликатами.
13. Спекание циркона с  $K_2SiF_6$ .
14. Технологическая схема переработки урановых руд в СССР.
15. Технологическая схема уранового завода Кей Лейк (Канада).
16. Технологическая схема уранового завода "Витро Юрейниум" США.
17. Технологическая схема получения  $U_3O_8$ , сочетающая сорбцию и экстракцию.
18. Технологическая схема комплексной переработки урансодержащего фосфатного сырья (СССР).
19. Схема аффинажа урана с применением экстракции.
20. Каким путем можно получить металлический цирконий из циркона? Дайте принципиальную схему.
21. Каким путем можно получить металлический литий из сподумена? Дайте принципиальную схему.
22. Как получить ядерночистый цирконий в виде металла из циркона, не используя водные растворы ("сухая схема")?
23. Как получить пластичный, хорошо обрабатываемый цирконий из загрязненной циркониевой губки после металлотермии?
24. Получение металлического гафния, сырье, способы производства.
25. Принципиальная схема получения мишметалла из лопарита.

26. Получение металлического ниобия из колумбита. Дайте принципиальную схему.
27. Получение металлического бериллия из берилла. Принципиальная схема.
28. Получение металлического ниобия из лопарита. Принципиальная схема.
29. Получение металлического титана из ильменита. Принципиальная схема.
30. Принципиальная схема получения оксидов индивидуальных лантаноидов из лопарита.
31. Какие варианты экстракционного разделения циркония и гафния Вы можете предложить при вскрытии циркона с NaOH и с  $K_2SiF_6$ ?
32. Механизм реакции хлорирования рудных концентратов. Роль углерода.
33. Способы конденсации хлоридов в процессе хлорирования. Очистка хлоридов от примесей.
34. Сущность и роль процесса декрипитации сподумена.
35. Соединения, в виде которых литий обычно получают в конце процесса разложения рудных концентратов. Малорастворимые соли лития.
36. Процессы спекания и сплавления. Основные отличия.
37. Преимущества и основные свойства серной кислоты в процессе сульфатизации.
38. Роль термической обработки берилла в процессах разложения концентратов.
39. Механизм старения осадков гидроксидов многовалентных металлов.
40. Зависимость начала рН осаждения гидроксидов от состава растворов.
41. Что такое ЭДТА и Трилон-Б, их использование в технологии.
42. Технологически наиболее простой способ разделения РЗЭ на группы.
43. Что такое «вторичная периодичность» в группе лантаноидов и причина ее возникновения.
44. Первичный технологический процесс разделения тория и РЗЭ.
45. Выделение концентрата лантана дробным осаждением гидроксидов.
46. Выделение концентрата церия постепенным увеличением кислотности среды.
47. Почему в расплав едкого натра рудный концентрат обычно добавляют порциями?
48. Какие продукты возможно получит в результате вскрытия циркона сплавлением с NaOH?
49. В каком виде получают Nb и Ta после водной обработки сплава тантало-ниобиевых концентратов с едким натром?
50. В каком виде получают Nb и Ta после водной обработки сплава тантало-ниобиевого концентрата с KOH? Какой из процессов (сплавление с NaOH или KOH) обеспечивает более четкое отделение от примесей?
51. Особенности кинетики твердофазных реакций.
52. Особенности вскрытия сподумена известковым молоком. Поведение примесей.
53. Объясните экстремальный характер зависимости выхода  $K_2ZrF_6$  от температуры при проведении спекания  $K_2SiF_6$  и  $ZrSiO_4$ .
54. Особенности схемы многократной перекристаллизации  $K_2ZrF_6$  для обеспечения повышенного выхода фторцирконата, очищенного от гафния.
55. Особенности химии основных солей Be, обеспечивающие тонкую очистку металла от примесей.
56. Краткие основы синтеза ионитов.
57. Классификация ионитов.
58. Статика и кинетика ионного обмена. Фронтальный анализ, вытеснительная хроматография и элюирование.
59. Сильнокислые и слабокислые иониты. Особенности условий использования КУ-10-2.
60. Что означает цифра «8» в названии марки ионита «КУ-2-8»?
61. Многофункциональные иониты – зависимость емкости от рН раствора.
62. Динамика сорбции. Острота фронта.
63. Чем отличаются процессы элюирования и регенерации?

64. Особенности процесса элюирования по степени разделения элементов и производительности.
65. Схемы и аппараты непрерывного осуществления сорбции.
66. Какую роль выполняют ионы-замедлители и комплексообразователи при сорбционном разделении РЗЭ?
67. Схема первичной переработки группового концентрата РЗЭ.
68. Способы выделения РЗЭ с переменной валентностью.
69. Классификация экстрагентов.
70. Коэффициент распределения, изотерма экстракции и коэффициент разделения.
71. Чем отличается возможность экстракции полярными нейтральными реагентами?
72. Требования к экстрагенту.
73. Требования к разбавителям в процессе экстракции.
74. Какие экстрагенты вы могли бы предложить для извлечения циркония из сульфатных, нитратных, хлоридных сред, из фтороцирконатных растворов?
75. Ступенчатые и дифференциально-контактные экстракторы.
76. Преимущества центробежных экстракторов.
77. Теоретические основы металлотермии. Металлотермия и карботермия.
78. Как по литературным данным определить оптимальный металл-восстановитель для оксидов?
79. Тепловой баланс металлотермической плавки. Печные и внепечные процессы. Термичность.
80. Для чего нужен вакуум при металлотермическом восстановлении лития?
81. Что такое лантанотермия? Для каких металлов она применяется?
82. Почему обычно металлотермическое восстановление не применяют по отношению к оксидам редких металлов? Какие соединения используют обычно?
83. Металлотермическое восстановление  $TiCl_4$  магнием.

### 8.3.3. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля (9 семестр – экзамен).

**Максимальная оценка за экзамен – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 4 вопроса (вопросы 1 и 2 из раздела 4, вопросы 3 и 4 из раздела 5) по 10 баллов каждый**

#### Вопросы к разделу 4.

1. Многократная направленная кристаллизация: принцип и формула для определения концентрации примеси в расплаве, образующемся в кристаллизате через  $n$  циклов.
2. Физико-химические основы метода зонной плавки.
3. Молекулярная дистилляция: общие принципы, основные расчетные соотношения.
4. Фактор разделения в стационарном состоянии при безотборном режиме процесса ректификации (вывод уравнения).
5. Расчет равновесного значения коэффициента разделения на основании экспериментальных данных опыта по направленной кристаллизации.
6. Графическая интерпретация коэффициента разделения в процессе равновесной кристаллизации для случая, когда примесь повышает температуру затвердевания раствора
7. Физический смысл термина «динамическая активность слоя адсорбента». Экспериментальное определение минимальной концентрации примеси за слоем адсорбента фиксированной высоты.
8. Влияние скорости отбора продукта на фактор разделения в процессе ректификации.
9. Зависимость коэффициента разделения (коэффициента распределения) от скорости кристаллизации.
10. Принципиальная схема получения особо чистой воды методом ионного обмена.
11. Физический смысл термина «проскоковая величина адсорбции». Экспериментальное определение динамической активности слоя адсорбента.

12. Зависимость разделительной способности ректификационной колонны от скорости потока жидкости.
13. График зависимости относительной концентрации микропримеси в твердой фазе от доли закристаллизованного материала при нормальной направленной кристаллизации в системах с различным значением коэффициента разделения.
14. Физический смысл терминов высота эквивалентная теоретической тарелке и высота единицы переноса. Связь между этими величинами в условиях предельного разбавления раствора.
15. Графическая интерпретация коэффициента разделения в процессе равновесной кристаллизации для случая, когда примесь понижает температуру затвердевания раствора
16. Основные положения химической теории адсорбции Лэнгмюра. Влияние основного компонента на эффективность очистки от примеси адсорбционным методом в области микроконцентраций.
17. Влияние вида изотермы адсорбции на форму изопланы. Уравнение Викке.
18. Зонная плавка: характерные участки на кривой распределения примеси по образцу после одного прохода зоны.
19. Влияние загрязняющего действия материала аппаратуры на глубину очистки веществ методом ректификации. Предельное минимальное значение концентрации примеси на выходе из ректификационной колонны.
20. Кривая равновесия ионного обмена. Графическая интерпретация коэффициента разделения в процессе ионного обмена.
21. Принципиальная схема адсорбционного модуля.
22. Общая схема получения силикагеля высокой чистоты. График зависимости эффективного коэффициента разделения от скорости испарения в процессе простой перегонки молекулярной смеси и смеси жидкость – взвешенные частицы.
23. «Допущения Пфанна». Уравнение Гулливера.
24. Схема распределения примеси между твердой и жидкой фазами при кристаллизации из расплава в условиях равновесной и неравновесной кристаллизации.
25. Физический смысл термина «потеря времени защитного действия»
26. Направленная кристаллизация из расплава: физико-химические основы метода и основные схемы организации процесса.
27. Ионный обмен: основные определения. Схематическое изображение обмена ионами между ионитом и раствором.
28. Изобразить схему очистки  $SiO_2$  от микропримеси  $Si$  в среде  $SiCl_4$  при условии, что в запаянной ампуле может протекать единственная обратимая эндотермическая реакция  $Si_{(m)} + SiCl_{4(g)} = 2SiCl_{2(g)}$ . Температура в горячей и холодной зонах соответственно составляют 1370 и 1170 К.
29. Общие принципы расчета коэффициента разделения в области разбавленных растворов по данным фазового равновесия в области средних концентраций. Уравнение Ван-Лаара.
30. Устройство и принцип работы низкотемпературной ректификационной колонны периодического действия для очистки летучих гидридов.
31. При анализе образца высокочистого кремния в нем идентифицирован ряд примесей. Результаты анализа представлены в таблице. Обозначить марку образца в соответствии с системой классификации стандарта СССР 1965 г. Квалифицировать данный образец кремния на основании индекса чистоты  $N$ .
32. Понятие химической и физической адсорбции. Диаграмма Ленарда – Джонса.
33. Термодистилляционная колонна: назначение, устройство, принцип работы.
34. Зонная плавка: распределение примеси по длине слитка после одного прохода расплавленной зоны при значении коэффициента разделения меньше 1.

#### Вопросы к разделу 5.



1. Разделение изотопов углерода ректификацией CO.
2. Разделение изотопов углерода ректификацией метана.
3. Низкотемпературная ректификация NO как способ получения  $^{18}\text{O}$  и  $^{15}\text{N}$ .
4. Особенности низкотемпературной ректификации при разделении изотопов легких элементов (углерод, азот, кислород).
5. Получение  $^{18}\text{O}$  ректификацией молекулярного кислорода.
6. Ректификация воды как способ разделения изотопов кислорода.
7. Сравнение способов разделения изотопов методом ректификации.
8. Обращение потоков при разделении изотопов методом химобмена: назначение; способы осуществления; требования к полноте.
9. Аммиачный способ разделения изотопов азота.
10. Азотнокислотный способ разделения изотопов.
11. Карбаматный способ разделения изотопов углерода.
12. Разделение изотопов кислорода методом химического обмена.
13. Разделение изотопов бора анизольным способом.
14. Амальгамный способ разделения изотопов лития.
15. Разделение изотопов с термическим способом обращения потоков.
16. Теория Бродского и особенности изотопного обмена водорода.
17. Разделение изотопов водорода с использованием системы  $\text{H}_2\text{O} - \text{H}_2$ .
18. Однотемпературный процесс разделения изотопов водорода методом химобмена между водородом и жидким аммиаком
19. Схема завода в Мазингарбе: назначение и ее особенности.
20. Система вода-сероводород. Фазовое и изотопное равновесие. Оптимальные условия проведения процесса разделения изотопов водорода.
21. Сущность 2-х температурного способа разделения изотопов. X-Y диаграммы процесса.
22. Особенности двухтемпературных схем:  $\lambda_0$ , ЧТСР, влияние отклонения от  $\lambda_0$ .
23. Степень извлечения в двухтемпературных установках при работе с отбором 1-го и 2-го рода.
24. Рекуперация тепла в двухтемпературных установках.
25. Время накопления для двухтемпературных установок.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### 8.4. Структура и примеры билетов для итогового контроля

Зачет с оценкой по дисциплине «Технология основных материалов современной энергетики и основы радиационной безопасности» проводится в 7 семестре и включает контрольные вопросы по разделу 2 учебной программы. Ответы на вопросы билета оцениваются из максимальной оценки 40 баллов.

Экзамены по дисциплине «Технология основных материалов современной энергетики и основы радиационной безопасности» проводятся в 8 и 9 семестрах и включают контрольные вопросы по разделам 3–5 учебной программы дисциплины. Ответы на вопросы билета оцениваются из максимальной оценки 40 баллов.

##### 7-й семестр (Зачет с оценкой)

Зачет с оценкой по дисциплине «Технология основных материалов современной энергетики и основы радиационной безопасности», проводимый в 7 семестре, включает контрольные вопросы по разделу 2 рабочей программы дисциплины.

Билет состоит из 3 вопросов, относящихся к указанному разделу. Ответы на вопросы билета оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый и второй вопросы – по 13 баллов каждый, третий вопрос – 14 баллов.

Пример билета на зачете с оценкой за 7-й семестр:

|  |   |
|--|---|
| «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой ХВЭиРЭ<br><br>Э.П. Магомедбеков<br>«__» _____ 20__ г  | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>  |
|  | <b>Российский химико-технологический университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b>  |
|  | <b>Кафедра химии высоких энергий и радиозкологии<br/>18.05.02 Химическая технология материалов современной<br/>энергетики</b> |
|  | <b>Дисциплина «Технология основных материалов<br/>современной энергетики и радиационная безопасность»<br/>7 семестр</b>       |
| <b>БИЛЕТ № <u>1</u></b>  |   |
| 1. Открытые и закрытые источники излучения.  |   |
| 2. Ядерная энергетика. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом. Радиационная химия, как часть химии высоких энергий, ее задачи.   |   |
| 3. Рассчитать, во сколько раз 1 мг $^{90}\text{Sr}$ ( $T_{1/2} = 29,1$ лет, $\epsilon = 2,4 \cdot 10^{-8}$ Зв/Бк) опаснее 1 мг $^{137}\text{Cs}$ ( $T_{1/2} = 30,0$ лет, $\epsilon = 0,48 \cdot 10^{-8}$ Зв/Бк). |   |

##### 8-й семестр (экзамен)

Экзамен по дисциплине «Технология основных материалов современной энергетики и основы радиационной безопасности», проводимый в 8 семестре, включает контрольные вопросы по разделу 3 учебной программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 2 вопросов, относящихся к указанному разделу. Ответы на вопросы билета оцениваются из максимальной оценки 40 баллов – по 20 баллов каждый.

Пример билета для экзамена

|   |  |
|---|--|
| «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой ТРЭН   | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                             |
|   | <b>Российский химико-технологический университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b> |
| С.И.Степанов<br>«__» _____ 20__ г.  | <b>Кафедра технологии редких элементов и наноматериалов на<br/>их основе</b>   |
|   | <b>18.05.02 Химическая технология материалов современной<br/>энергетики</b>    |
| <b>Дисциплина «Технология основных материалов<br/>современной энергетики и радиационная безопасность»<br/>8 семестр</b>   |  |
| <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № <u>  1  </u></b>   |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Хлорирование лопарита. Принципиальная схема.</li> <li>2. Способы конденсации и очистки образующихся при хлорировании соединений.</li> </ol> |  |

### 9-й семестр (экзамен)

Экзамен по дисциплине «Технология основных материалов современной энергетики и основы радиационной безопасности», проводимый в 9 семестре, включает контрольные вопросы по разделам 4 и 5 учебной программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам (вопросы 1 и 2 – к разделу 4, вопросы 3 и 4 – к разделу 5). Ответы на вопросы билета оцениваются из максимальной оценки 40 баллов – по 10 баллов каждый.

Пример билета для экзамена:

|  |  |
|--|--|
| «Утверждаю»<br>Зав. каф. ТИВЭ  | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                             |
|  | <b>Российский химико-технологический университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b> |
| М.Б. Розенкевич<br>«__» _____ 20__ г.  | <b>Кафедра технологии изотопов и водородной энергетики</b>                     |
|  | <b>18.05.02 Химическая технология материалов современной<br/>энергетики</b>    |
| <b>Дисциплина «Технология основных материалов<br/>современной энергетики и радиационная безопасность»<br/>9 семестр</b>  |  |
| <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № <u>  2  </u></b>  |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общие принципы расчета коэффициента разделения в области разбавленных растворов по данным фазового равновесия в области средних концентраций.</li> <li>2. Физико-химические основы метода зонной плавки.</li> <li>3. Получение <sup>18</sup>O ректификацией молекулярного кислорода.</li> <li>4. Карбаматный способ разделения изотопов углерода.</li> </ol> |  |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1 Рекомендуемая литература

#### Раздел 1

##### А) Основная литература:

1. Очкин А.В., Бабаев Н.С., Магомедбеков Э.П. Введение в радиоэкологию. Учебное пособие для ВУЗов. М., ИздАТ, 2003. 200 с.
2. Гелис В. М., Магомедбеков Э. П., Очкин А. В. Химия радионуклидов: учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева 2014. 144 с..
3. Ташлыков, О. Л. Основы ядерной энергетики : учебное пособие. Екатеринбург : УрФУ, 2016. 212 с. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/99086> (дата обращения: 28.02.2020). Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Лебедев В.А. Ядерные энергетические установки: учеб. пособие. СПб.: Изд-во Лань. 2015. 192 с. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/67466/#2> (дата обращения: 28.02.2020).

##### Б) Дополнительная литература:

1. Дэвинс Д. Энергия. Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1985. 360 с.
2. Нефедов В.Д., Текстер Е.Н., Торопова М.А. Радиохимия. Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 1987. 272 с.
3. Рыжков С.В., Чирков А.Ю. Системы альтернативной термоядерной энергетики. М.: Физматлит, 2018. 198 с. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/104975> (дата обращения: 28.02.2020). Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Синев Н.М. , Батуров Б.Б, Экономика атомной энергетики. Основы технологии и экономики ядерного топлива М.: Атомиздат, 1980. 242 с.
7. Стратегическое ядерное вооружение России / Под ред. П.Л. Подвига. М.: ИздАТ, 1998. 492 с.
8. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры. / Под общей ред. Л.А. Ильина и В.А. Губанова- М., ИздАТ, 2001. 752 с.
9. Артюгина, И. М. Экономика ядерной энергетики : учебное пособие. СПб : СПбГПУ, 2016. 156 с. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/89811> (дата обращения: 28.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Раздел 2

##### А) Основная литература:

1. Очкин А.В., Магомедбеков Э.П. Основы радиационной безопасности. Учебное пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2017. 124 с.
2. Бяков В.М., Степанов С.В., Магомедбеков Э.П. Начала радиационной химии. I. Элементарные процессы радиолиза: учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. 128 с.
3. Бяков В.М., Степанов С.В., Магомедбеков Э.П. Начала радиационной химии. II. Радиолиз жидкой воды: учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. 168 с.

**Б) Дополнительная литература:**

1. Очкин А.В., Бабаев Н.С., Магомедбеков Э.П. Введение в радиоэкологию. Учебное пособие для вузов. М.: ИзДАТ, 2003 200 с.
2. Несмеянов А..Н. Радиохимия. М.: Химия, 1978. 560 с.
3. Нефедов В.Д., Текстер Е.Н., Торопова М.А. Радиохимия. Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 1987. 272 с.
4. Моисеев А.А., Иванов В.И. Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене. – 4-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1990. 251 с..
5. Фенин А.А. Практикум по радиационной химии: учебное пособие/ Фенин А.А., Антропова И.Г., Горностаева С.В. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. 64 с.
6. Кабакчи С.А., Булгакова Г.П. Радиационная химия в ядерном топливном цикле. Учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 1996. 104 с.

### Раздел 3

**А) Основная литература:**

1. Чекмарев А.М. Редкие металлы в природе. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2013. 84 с.
2. Чекмарев А.М. Применение редких металлов. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2013. 48 с.
3. Чекмарев А.М. Металлотермия в технологии редких металлов. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2015. 88 с.
4. Синегрибова О.А. Экстракция в технологии редких металлов. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. 110 с.
5. Синегрибова О.А. Ионообменная сорбция в технологии редких металлов. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. 96 с.

**Б) Дополнительная литература:**

1. Трошкина И.Д. Комплексная переработка золото-урановых руд: учеб. пособие / Под ред. Чекмарева А.М. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2011. – 88 с.

2. Трошкина И.Д., Руденко А.А. Подземное выщелачивание редких элементов: учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. 128 с.
3. Ягодин. Г.А., Синегрибова О.А., Чекмарев А.М. Технология редких металлов в атомной технике. М.: Атомиздат. 1974. 344 с.
4. Хайд, И. Радиохимия франция и тория. / Пер. с англ. М. : Изд-во иностр. лит., 1961. 139 с.
5. Громов Б.В. Введение в химическую технологию урана. М.: Атомиздат, 1978. 336 с.
6. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. / Под ред. Коровина С.С. М.: МИСИС. Т.1, 1996, 376 с., Т. II, 1999, 461 с., Т. III, 2003. 439 с.
7. Чекмарев А.М., Чижевская С.В. Введение в технологию материалов ядерной энергетики. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 1993. 71 с.
8. Раков Э.Г., Хаустов С.В., «Процессы и аппараты производств редких металлов», М.: Metallurgy, 1993. 383с.

#### **Раздел 4**

##### **А) Основная литература:**

1. Варежкин А.В. Физико-химические основы получения высокочистых веществ. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. 160 с.

##### **Б) Дополнительная литература:**

1. Вигдорович В.Н., Вольпян А.Е., Курдюмов Г.М. Направленная кристаллизация и физико-химический анализ. М.: Химия, 1976. 200 с.
2. Головкин Г.А. Криогенное производство инертных газов. Л.: Машиностроение, Ленинградское отд-ние, 1983. 416 с.
3. Девярых Г.Г., Карпов Ю.А., Осипова Л.И. Выставка-коллекция веществ особой чистоты. М.: Наука, 2003. 236 с.
4. Девярых Г.Г., Зорин А.Д. Летучие неорганические гидриды особой чистоты. М.: Наука, 1974. 206 с.
5. Зельвенский Я. Д., Титов А. А., Шалыгин В. А. Ректификация разбавленных растворов. Л.: Химия, Ленинградское отделение. 1974. 216 с.
6. Равновесие между жидкостью и паром : справочное пособие : В 2-х кн. / В. Б. Коган, В. М. Фридман, В. В. Кафаров ; АН СССР. ВИНТИ. - М.; Л. : Наука. Кн.1. - 1966. - 642 с. Кн.2. - 1966. - 785 с.
7. Карякин Е.В., Ангелов И.И. Чистые химические вещества. М.: Химия, 1974. 407 с.
8. Молоканов Ю.К., Кораблина Т.П., Клейновская М.А., Щелкунова М.А. Разделение смесей кремнийорганических соединений. М.: Химия, 1974. 296 с.
10. Пфанн В. Зонная плавка. М.: Мир, 1970. 368 с.
12. Зонная плавка: сборник переводных статей / ред. В. Н. Вигдорович. - М. : Metallurgy, 1966. - 435 с.
13. Хала Э., Пик И., Фрид В., Вилим О. Равновесие между жидкостью и паром. М.: Издательство иностранной литературы, 1962. 440 с.
14. Шефер Г. Химические транспортные реакции. М.: Мир, 1964. 190 с..
15. Девярых Г.Г., Елиев Ю.Е. Введение в теорию глубокой очистки веществ. М.: Наука, 1981. 320 с.

#### **Раздел 5**

##### **А) Основная литература:**

1. Сахаровский Ю.А., Чередниченко С.А., Розенкевич М.Б. Теоретические основы процессов тонкого разделения смесей: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016, 112 с.
2. Чередниченко С.А., Хорошилов А.В. Термодинамика и массообмен в процессах тонкого разделения в противоточных колоннах: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014, 68 с.
3. Андреев Б.М., Магомедбеков Э.П., Райтман А.А., Розенкевич М.Б., Сахаровский Ю.А., Хорошилов А.В. Разделение изотопов биогенных элементов в двухфазных системах. М.: ИздАТ, 2003, 376 с.
4. Андреев Б.М., Зельвенский Я.Д., Кательников С.Г. Тяжелые изотопы водорода в ядерной технике. М.: ИздАТ, 2000, 344 с.

#### **Б) Дополнительная литература:**

1. Зельвенский Я.Д. Разделение изотопов низкотемпературной ректификацией. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 1998, 208 с.
2. Андреев Б.М., Зельвенский Я.Д., Кательников С.Г. Разделение стабильных изотопов физико-химическими методами. М.: Энергоатомиздат, 1982, 208 с.
3. Розен А.М. Теория разделения изотопов в колоннах. М.: Атомиздат, 1960, 438 с.

#### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Научно-технические журналы

13. Атомная энергия. ISSN 0004-7163.
14. Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика ядерных реакторов. ISSN 0205-4671
15. Вопросы атомной науки и техники. Серия: Материаловедение и новые материалы. ISSN 0321-222X
16. Вопросы радиационной безопасности. ISSN 1816-9643
17. Журнал физической химии. ISSN 0044-4537
18. Журнал прикладной химии. ISSN 0044-4618
19. Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. ISSN 0204-3327
20. Известия Российской академии наук. Серия Химическая. ISSN 1026-3620
21. Обогащение руд. ISSN 0202-3776
22. Радиационная биология. Радиоэкология. ISSN 0869-8031
23. Радиация и риск. ISSN 0131-3878
24. Радиохимия. ISSN 0033-8311
25. Сорбционные и хроматографические процессы. ISSN 1680-0613
26. Теоретические основы химической технологии. ISSN 0040-3571
27. Тонкие химические технологии (бывш. Вестник МИТХТ) ISSN 2410-6593
28. Химическая промышленность сегодня. ISSN 0023-110X.
29. Химическая технология. ISSN 1684-5811.
30. Химия высоких энергий. ISSN 0023-1193.
31. Цветные металлы. ISSN 0372-2929

#### **9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации лекций;
- раздаточный иллюстративный материал к лекциям.

- инструкции по выполнению лабораторных работ;
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины.

При переходе на электронное обучение (ЭО) и дистанционные образовательные технологий (ДОТ) для реализации рабочей программы применяются: следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения дисциплины:

- электронная информационно-образовательная среда РХТУ (ЭИОС);
- сервисы по доставке e-mail сообщений;
- платформа для проведения онлайн конференций и вебинаров – Zoom (<https://zoom.us>).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 28.02.2020).

- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/94/91/6/67> (дата обращения: 28.02.2020).

- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 28.02.2020).

При освоении дисциплины обучающиеся должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 28.02.2020).

- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 28.02.2020).

- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 28.02.2020).

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в специалитете направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «Технология основных материалов современной энергетики и основы радиационной безопасности» включает 5 разделов, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в



рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

Каждый раздел включает в себя лекционные и практические занятия. При подготовке к практическим занятиям и контрольным точкам обучающийся должен руководствоваться следующими основными принципами:

- сочетание в работе, с одной стороны, общепризнанных теоретических и практических положений и сведений, с другой – результатов новейших разработок в области технологии материалов современной энергетики;
- творческий аналитический подход к собранным материалам, исключая их простое перечисление и изложение.

При организации самостоятельной работы обучающемуся следует уделять работе с информационными ресурсами – учебной, научно-технической, справочной и патентной литературой, ресурсами Интернета. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета.

Совокупная оценка текущей работы обучающегося в 5 семестре (Раздел 1) складывается из оценок за два коллоквиума (максимальная оценка 50 баллов за каждый). Максимальная оценка в семестре 100 баллов (зачет).

Максимальная оценка текущей работы в 7 семестре (Раздел 2) составляет 60 баллов и складывается из результатов выполнения трех контрольных работ (№ 1-3), максимальная оценка за контрольные работы составляет 20 баллов за каждую. В соответствии с учебным планом, изучение дисциплины в 7 семестре завершается итоговым контролем в форме зачета с оценкой. Максимальная оценка на зачете с оценкой составляет 40 баллов.

Максимальная оценка текущей работы в 8 семестре (Раздел 3) составляет 60 баллов и складывается из результатов выполнения трех контрольных работ (№ 4-6), максимальная оценка за контрольные работы составляет 20 баллов за каждую. В соответствии с учебным планом изучение дисциплины в 8 семестре завершается итоговым контролем в форме экзамена. Максимальная оценка экзамена составляет 40 баллов.

Максимальная оценка текущей работы в 9 семестре (Разделы 4 и 5) составляет 60 баллов и складывается из результатов выполнения 7 домашних расчетных работ. Расчетные работы 1-4 относятся к разделу 4 (максимальная оценка за работы 1 и 2 составляет 7 баллов за каждую, максимальная оценка за работы 3 и 4 составляет 8 баллов за каждую). Расчетные работы 5-7 относятся к разделу 5 (максимальная оценка за работы составляет 10 баллов за каждую). В соответствии с учебным планом, изучение дисциплины в 9 семестре завершается итоговым контролем в форме экзамена. Максимальная оценка экзамена составляет 40 баллов.

## **10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1, либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### **11.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных**

## технологий

Дисциплина «Технология основных материалов современной энергетики и основы радиационной безопасности» изучается в 5, 7, 8 и 9 семестрах специалитета.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что обучающиеся по программе специалитета имеют общую подготовку по общенаучным, общеинженерным дисциплинам и основным профессиональным дисциплинам специальности в объеме, предусмотренном учебным планом специалитета, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим, материал дисциплины должен опираться на полученные знания и быть ориентирован их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями. Обучение может быть организовано в виде как традиционных лекций и практических занятий, так и научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться взаимосвязь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине «Технология основных материалов современной энергетики и основы радиационной безопасности», является формирование у обучающихся широкого кругозора и эрудиции в области получения и использования материалов современной энергетики, понимания проблемных мест современных технологических процессов и путей разрешения проблемных ситуаций.

При изложении материала Раздела 1 «Введение в технологию материалов современной энергетики» преподаватель должен учитывать, что обучающиеся 3 курса, начинающие изучение дисциплины, не имеют подготовки по специальным дисциплинам профиля. В связи с этим материал раздела 1 должен быть ориентирован на современную трактовку изучаемых вопросов, отличаться широтой и глубиной их проработки. Необходимо обращать внимание обучающихся на обоснование круга рассматриваемых вопросов, формулировки главных положений и определений, практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться связь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом, а также со специальными дисциплинами профиля, к изучению которых обучающиеся приступят в дальнейшем. Преподаватель должен акцентировать внимание обучающихся на вопросах обеспечения радиационной безопасности на объектах ядерного топливного цикла. При проведении занятий желательно обращаться к опыту ведущих зарубежных организаций, осуществляющих деятельности в области атомной энергии, и отечественных предприятий, использовать их научно-информационные материалы, проводить сравнительный анализ результатов и инноваций. В подразделе 1.1 следует обратить особое внимание на тенденции развития технологии материалов современной энергетики, привести примеры достижений в данной области, провести сравнительный анализ преимуществ и недостатков иных используемых источников энергии; также рекомендуется уделить особое внимание конструктивному исполнению энергетических установок, особенностям топливного цикла в зависимости от типа ядерного реактора, технологии получения ядерного топлива. В подразделе 1.2 рассматриваются вопросы переработки радиоактивных отходов, возникающих на предприятиях атомной отрасли, воздействию ЯТЦ на окружающую среду и радиационной безопасности на международном уровне.

Раздел 2 «Основы радиационной безопасности и применение радионуклидов и излучений» направлен на закрепление и углубление знаний, полученных обучающимися в Разделе 1 настоящей дисциплины и в предшествующем курсе «Основы ядерной физики и дозиметрии». В подразделах 2.1. и 2.2 следует обратить особое внимание на радиационную опасность различных радионуклидов, характеристики ионизирующего излучения и его взаимодействия с веществом. В подразделе 2.3 необходимо уделить внимание содержанию и практическому применению основных нормативных документов

(«Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009» и «Основные Санитарные правила обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99/2010») при работе с радионуклидами, в том числе в условиях лаборатории. Подраздел 2.4 дает обучающимся представление о характере взаимодействия ионизирующего излучения с различными веществами. Радиационные процессы, протекающие в реакторах, и радиационно-химические проблемы ядерной энергетики рассматриваются в подразделе 2.5. В любой радиохимической лаборатории образуются радиоактивные отходы (РАО). Проблемы грамотного обращения с РАО рассматриваются в разделе 2.6.

Раздел 3 «Химическая технология редких элементов» направлен на изучение технологии получения редкоземельных и некоторых других металлов, используемых в ядерной энергетике. В подразделе 3.1 следует обратить внимание на специфику сырьевого обеспечения ядерной энергетике, ввести понятия открытого и закрытого ядерного топливного цикла, место редких элементов в ядерной энергетике и неядерных отраслях. Также в данном разделе рассматриваются вопросы содержания редких элементов в земной коре, некоторые вопросы геохимии и основных стадий редкоземельного производства. Подраздел 3.2. посвящен рассмотрению конкретных методов и технологических схем, применяемых в технологии редких элементов. В подразделе 3.3 следует уделить особое внимание понятию «ядерная чистота» материалов, способам и технологическим схемам очистки урана и РЗЭ в производстве и рафинировании металлов и сплавов, а также способам производства изделий из них для нужд ядерной энергетике.

Раздел 4 «Технология особо чистых веществ» направлен на формирование у обучающегося комплекса знаний о современном состоянии химических и физико-химических методов глубокой очистки веществ и тех возможностях, которые они могут дать в последующей профессиональной деятельности инженера для обеспечения качества как научно-исследовательской, так и в производственной работы. Следует подчеркнуть, что количественная характеристика понятия «высокочистое вещество» подвижна во времени с тенденцией к снижению допустимого суммарного содержания примесей. В подразделе 4.1 следует дать обучающимся понимание предельных возможностей любого метода очистки и особо отметить роль внешних источников поступления примесей. Важно показать, что получение высокочистых веществ, как правило, многостадийный процесс, в котором число и набор стадий определяются природой вещества, исходным содержанием в нём примесей, требуемой степенью чистоты. В подразделе 4.2, посвященном рассмотрению химических методов, следует обратить внимание на оценку их предельных возможностей применительно к глубокой очистке веществ, практическому применению транспортных реакций, достоинствам и недостаткам этих методов применительно к получению веществ ОСЧ. В подразделе 4.3, посвященном физико-химическим методам получения особо чистых веществ, следует уделить особое внимание основным понятиям процессов тонкого разделения, способам расчета термодинамических и массообменных характеристик процесса очистки. Необходимо рассмотреть основы физико-химических методов и базирующиеся на них конкретные технологические схемы, используемые при производстве веществ ОСЧ.

Учитывая, что данный раздел преподается будущим инженерам – пользователям и разработчикам различных методов очистки, в ходе рассмотрения конкретных разделительных технологий необходимо обращать особое внимание на необходимость предварительных оценочных расчетов и постановку маломасштабных экспериментов. Конечной целью преподавания раздела должна стать полученная обучающимся способность самостоятельного выбора либо разработки, метода очистки вещества в зависимости от примененной технологии получения сырья и конкретной цели очищенного вещества.

Раздел 5 «Технология изотопов» направлен на формирование у обучающегося комплекса знаний о современном состоянии физико-химических методов разделения стабильных изотопов, потребности в них в области ядерной энергетике и других отраслях

и масштабах их производства. В целом, важно показать, что технология производства того или изотопа, определяется как общими принципами теории разделения, так и особенностями используемых рабочих веществ, причем последние часто имеют определяющий характер. В подразделе 5.1, посвященном разделению изотопов методом ректификации, рассматриваются особенности процесса ректификации применительно к решению задач разделения изотопов водорода, кислорода, углерода, азота и бора, а также конкретные технологические схемы в историческом и современном аспекте. В подразделе 5.2 рассматриваются теоретические основы методов химического изотопного обмена, характеристики и конкретные технологические схемы для разделения изотопов углерода, азота, бора, кремния. Подраздел 5.3 посвящен разделению изотопов водорода применительно к решению задачи получения тяжелой воды. Рассматриваются методы ректификации различных веществ, в том числе низкотемпературная ректификация водорода, одностепенные и двухстепенные способы реализации химического изотопного обмена. В данном подразделе необходимо уделить внимание изучению конкретных технологических схем, материаловедческим вопросам и технико-экономическим показателям заводов по производству тяжелой воды.

Учитывая, что раздел «Технология изотопов» преподается будущим инженерам – пользователям и разработчикам различных способов, а возможно и методов разделения изотопов, в ходе рассмотрения конкретных технологий необходимо особое внимание обращать на необходимость предварительных оценочных расчетов и постановку маломасштабных экспериментов. Конечной целью преподавания данного раздела должна стать полученная обучающимся способность самостоятельного выбора, либо разработки способа разделения изотопов в зависимости от конкретной задачи концентрирования того или иного изотопа.

При проведении практических занятий следует обращаться к знаниям обучающимся, полученным ими при изучении предшествующих дисциплин, задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем, а также поощрять выступления с места в виде кратких дополнений и постановки вопросов выступающим и преподавателю.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по дисциплине является широкое использование иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Иллюстративный материал включает презентации по разделам курса, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать обучающимся проработку дополнительной литературы по тематике занятия, организуя ее обсуждение на практических занятиях, формирует у обучающихся навык к самостоятельной работе с разнообразными литературными источниками.

## **11.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; лабораторные

работы, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; онлайн консультации по курсовому проектированию; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается) и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;

- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

## **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2020 составляет 1 715 452 экз

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

### **Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения**

| № | Электронный ресурс                           | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей   | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором   |
|---|--|---|---|
| 1 | Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ» | Принадлежность - сторонняя<br>Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г.<br>Сумма договора – 642 083-68<br>Срок действия с «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г.<br>Ссылка на сайт ЭБС – | Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»- КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
|   |   | <p><a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.<br/> Дополнительный Договор № 33.03-Р-3.1-2217/2020 от 02.03.2020 г.<br/> Сумма договора- 30 994-52<br/> Срок действия с «02» марта 2020 г. по «25» сентября 2020 г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.<br/> Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br/> Сумма договора – 747 661-28<br/> Срок действия Договора с «26» сентября 2020г. по «25» сентября 2021г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.<br/> Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p> | <p>ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»- Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки"-изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика»-изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент)- изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> |
| 2 | <p>Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)</p> | <p>Принадлежность – собственная РХТУ.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a><br/> Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера</p>   | <p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>  |
| 3 | <p>Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».</p>    | <p>Принадлежность сторонняя.<br/> Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 189-2647А/2019 От 09.01.2020 г.<br/> Сумма договора – 601110-00 С «01» января.2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a><br/> Количество ключей – 5</p>  | <p>Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД</p>   |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|   |   | лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.   |   |
| 4 | Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ). | Принадлежность – сторонняя<br>Реквизиты договора – ФГБУ РГБ, Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br>Сумма договора - 398 840-00<br>С «16» марта 2020 г.<br>по «15» марта 2021 г.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a><br>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.  | В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации. |
| 5 | БД ВИНТИ РАН                                  | Принадлежность сторонняя,<br>Реквизиты договора- ВИНТИ РАН<br>Договор № 33.03-Р-3.1-2047/2019 от 25 февраля 2020 г.<br>Сумма договора - 100 000-00<br>С «25» февраля 2020 г.<br>по «24 » февраля 2021 г.<br>Ссылка на сайт- <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a><br>Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.         | Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов  |
| 6 | Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»   | Принадлежность – сторонняя<br>Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека,<br>договор № 33.03-Р-3.1 2087/2019<br>Сумма договора – 1100017-00<br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a><br><br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.                                    |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 7 | Справочно-правовая система «Консультант+»            | <p>Принадлежность сторонняя- Договор № 174-247ЭА/2019 от 26.12.2019 г.<br/>Сумма договора - 927 029-80<br/>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – 50<br/>пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>  | Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.  |
| 8 | Справочно-правовая система Гарант»                   | <p>Принадлежность сторонняя Договор №166-235ЭА/2019 от 23.12.2019 г.<br/>Сумма договора - 603 949-84</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – 50<br/>пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>  | Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.   |
| 9 | Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ" | <p>Принадлежность сторонняя- «Электронное издательство ЮРАЙТ»<br/>Договор № 33.03-Р-3.1-220/2020 от 16.03.2020 г.</p> <p>Сумма договора - 324 000-00</p> <p>С «16» марта 2020 г.<br/>по «15» марта 2021 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> | Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов. |



|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 10 | Электронно-библиотечная система «Консультант студента» | <p>Принадлежность сторонняя- ООО «Политехресурс»<br/>Договор № 33.03-Р-3.1-218/2020<br/>От «16» марта 2020 г.</p> <p>Сумма договора-36 500-00</p> <p>С «17» марта 2020 г.<br/>по «16» марта 2021 г</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> | Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».                                       |
| 11 | Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»          | <p>Принадлежность сторонняя- ООО «ЗНАНИУМ»,<br/>Договор № 4309 эбс 33.03-Р-3.1-2215/2020<br/>от «20» марта 2020 г.<br/>Сумма договора-30 000-00</p> <p>С «20» марта 2020 г.<br/>по «19» марта 2021г</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>                | Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования. |
| 12 | Информационно-аналитическая система Science Index      | <p>Принадлежность сторонняя- ООО «Научная электронная библиотека»<br/>Договор № SIO-364/19 33.03-Р-3.1-2103/2019<br/>от «17» февраля 2020 г.<br/>Сумма договора-90 000-00</p> <p>Срок действия с «17» февраля 2020 г.<br/>по «16» февраля 2021 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ</p>          | Дистанционная поддержка публикационной активности преподавателей университета  |
| 13 | Издательство   | Принадлежность сторонняя.   | Коллекция журналов по всем   |

|    |                                       |   |  |
|----|---------------------------------------|---|--|
|    | Wiley                                 | <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 694</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации.</p>   | <p>областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.</p>   |
| 14 | QUESTEL ORBIT                         | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 09.10.2020 г. № 1162</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://orbit.com">https://orbit.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>   | <p>ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.</p> |
| 15 | American Chemical Society             | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 637</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> <p>Настройка удаленного доступа:<br/><a href="https://pubs.acs.org/page/remoteccess">https://pubs.acs.org/page/remoteccess</a></p> | <p>Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society</p>   |
| 16 | База данных Reaxys и Reaxys Medicinal | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)</p>   | <p>Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных</p>  |

|    |   |  |  |
|----|---|--|--|
|    | Chemistry<br>Компании Elsevier                              | <p>Информационное письмо<br/>РФФИ от 10.07.2020 г. № 712</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a></p> <p>Количество ключей – доступ<br/>для пользователей РХТУ по ip-<br/>адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ.</p>   | <p>химических соединений и их<br/>экспериментальных свойств,<br/>реферативную базу<br/>журнальных и патентных<br/>публикаций, базу химических<br/>реакций с функцией построения<br/>плана синтеза.<br/>Модуль биологически активных<br/>соединений, биологических<br/>мишеней, фармакологических<br/>свойств химических<br/>соединений Reaxys Medicinal<br/>Chemistry является крупнейшей<br/>в мире базой данных.</p>   |
| 17 | Ресурсы<br>международной<br>компании<br>Clarivate Analytics | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо<br/>РФФИ от 07.07.2020 г. № 692</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/<br/>WOS_GeneralSearch_input.do?pr<br/>oduct=WOS&amp;search_mode=Gene<br/>ralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7b<br/>UatOIJ&amp;preferencesSaved=</a></p> <p>Количество ключей – доступ<br/>для пользователей РХТУ по ip-<br/>адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ.</p> | <p>Открыт доступ к ресурсам:<br/>WEB of SCIENCE –<br/>реферативная и<br/>наукометрическая база данных.<br/>MEDLINE – реферативная база<br/>данных по медицине.</p>   |
| 18 | Электронные<br>ресурсы<br>издательства<br>SpringerNature    | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо<br/>РФФИ от 17.07.2020 г. № 743</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт<br/><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для<br/>пользователей РХТУ по ip-<br/>адресам неограничен. Возможен<br/>удаленный доступ.</p>  | <p>- Полнотекстовая<br/>коллекция электронных<br/>журналов Springer по<br/>различным отраслям знаний<br/>(2019 г.) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a><br/>Полнотекстовая коллекция<br/>журналов (архив 1893-1945)<br/><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a><br/>- Полнотекстовые 85<br/>журналов Nature Publishing<br/>Group<br/><a href="https://www.nature.com/siteindex/index.html">https://www.nature.com/siteindex/<br/>index.html</a><br/>- Коллекция научных<br/>протоколов по различным<br/>отраслям знаний Springer<br/>Protocols<br/><a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com<br/>/</a></p> |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
|    |  |  | <p>- Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a></p> <p>- Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме</p> <p>- Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a></p> <p>- Nano Database <a href="https://goo.gl/PdhJdo">https://goo.gl/PdhJdo</a></p> <p>Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a></p> |
| 19 | База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service  | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 635 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.</p> | <p>SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.</p>   |
| 20 | Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 772 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам. Удаленный доступ.</p>  | <p>«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов.</p> <p>«Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2015-2019 гг.</p>   |
| 21 | American Institute of Physics (AIP)                        | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка</p>   | <p>Коллекция журналов по техническим и естественным</p>   |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
|    |  | (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо<br>РФФИ от 19.10.2020 № 1188<br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт –<br><a href="http://scitation.aip.org">http://scitation.aip.org</a><br>Количество ключей – доступ<br>для пользователей РХТУ по ip-<br>адресам неограничен.<br>Настройка удаленного доступа:<br><a href="https://www.scitation.org/remote-access">https://www.scitation.org/remote-access</a>  | наукам издательства<br>Американского института<br>физики (AIP).   |
| 22 | Scopus   | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка<br>(Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо<br>РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189<br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт –<br><a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a> .<br>Количество ключей – доступ<br>для пользователей РХТУ по ip-<br>адресам неограничен.<br>Удаленный доступ.  | Мультидисциплинарная<br>реферативная и<br>наукометрическая база данных<br>издательства ELSEVIER   |
| 23 | Royal Society of<br>Chemistry<br>(Королевское<br>химическое<br>общество) | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка<br>(Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо<br>РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196<br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт –<br><a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a><br>Количество ключей - доступ для<br>пользователей РХТУ по ip-<br>адресам неограничен.<br>Настройка удаленного доступа:<br><a href="https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access">https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access</a> | Коллекция включает 44<br>журнала. Тематика:<br>органическая, аналитическая,<br>физическая химия, биохимия,<br>электрохимия, химические<br>технологии. |

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов:

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

31. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>

Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

32. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>

В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

33. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>

База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

34. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

35. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

36. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>

Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

37. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>

ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

38. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>

PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

39. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>

Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.

40. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>

Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru) Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

### **13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Технология основных материалов современной энергетики и основы радиационной безопасности» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

#### **13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для обучающихся, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

#### **13.2. Учебно-наглядные пособия:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

#### **13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

#### **13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

#### **13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:**

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии                  |
|-------|---|---------------------------------------|--|---|
| 1     | Неисключительная лицензия на использование Desktop Education ALNG LicSAPk | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 657 комплектов.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907<br>Каждый комплект включает: | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом |

| №<br>п/п | Наименование<br>программного<br>продукта  | Реквизиты<br>договора<br>поставки | Количество лицензий  | Срок<br>окончания<br>действия<br>лицензии       |
|----------|---|-----------------------------------|--|---|
|          | <p>OLVS E 1Y<br/>AcademicEdition<br/>Enterprise<br/>В составе:</p> <p>14) В составе<br/>Microsoft Office<br/>Professional Plus<br/>2019:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> <p>15) Microsoft<br/>Core CAL</p> <p>16) Microsoft<br/>Windows<br/>Upgrade</p> |                                   | <p>1) Лицензию на комплекс для создания презентаций, электронных текстов и таблиц, обработки баз данных Microsoft Office.</p> <p>2) Лицензию для подключения пользователей к серверным системам Microsoft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exchange Server Standard,</li> <li>• Exchange Server Enterprise,</li> <li>• SharePoint Server,</li> <li>• Skype для бизнеса Server,</li> <li>• Windows MultiPoint Server Premium,</li> <li>• Windows Server Standard,</li> <li>• Windows Server Data Center</li> </ul> <p>3) Лицензию на обновление операционной системы для рабочих станций Windows 10.</p> <p>Дополнительно на ВУЗ предоставляется право на использование 1 (одной) лицензии средств разработки в рамках учебных компьютеров одного технического, естественнонаучного факультета (кафедры) и предоставления студентам для целей обучения Azure Dev Tools for Teaching.</p> <p>Количество активаций неограниченно в</p> | <p>перехода на обновлённую версию продукта)</p> |



| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---|--|
|       |  |                                       | рамках подразделения.   |  |
| 2     | Неисключительная лицензия на использование Учебный Комплект Компас-3D v18 на 50 мест. Проектирование и конструирование в машиностроении, лицензия.   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2 лицензии на учебный комплект программного обеспечения для проектирования и конструирования в машиностроении, рассчитанные на активацию на 50 мест каждая.     | бессрочно  |
| 3     | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (одна) сетевая лицензия на 200 пользователей  | бессрочно  |
| 4     | Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition Legalization GetGenuine Legalization   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 150 лицензий. Соглашение Microsoft OLV № V6159937   | бессрочно  |
| 5     | Неисключительная лицензия на использование SysCtrDatactrCore ALNG LicSAPk OLVS 16License E 1Y AcademicEdition Additional Product CoreLic Предоставляет право на использование продуктов Microsoft: Configuration | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (один) комплект, включающий 16 (шестнадцать) лицензий для активации на 16 (шестнадцати) физических процессорных ядрах. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|--|--|
|       | Manager<br>Data Protection<br>Manager<br>Endpoint Protection<br>Operations Manager<br>Orchestrator<br>Service Manager<br>Virtual Machine<br>Manager  |                                       |  |  |
| 6     | Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word<br>Excel<br>PowerPoint<br>Microsoft Teams       | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 7.    | Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft<br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word<br>Excel<br>PowerPoint<br>Microsoft Teams | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 26280 лицензий для студентов ВУЗа.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907                             | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 8.    | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах   | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с   |

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий                         | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|---------------------------------------|---|--|
|       | Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License<br>По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)   |                                       |   | правом перехода на обновлённую версию продукта)  |
| 9.    | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License<br>По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 20 лицензий для виртуальных и облачных сред | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 10.   | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License<br>По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов                           | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2000 лицензий для почтовых серверов         | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

## 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки  |
|--|--|---|
| <p><b>Раздел 1.</b><br/><b>Введение в технологию материалов современной энергетики</b></p>                 | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные стадии ядерного топливного цикла;</li> <li>- экологические последствия эксплуатации АЭС;</li> <li>- законы РФ и нормативные документы по использованию атомной энергии, радиационной безопасности и обращению с радиоактивными отходами;</li> <li>- аппаратное оформление и последовательность построения технологических схем для решения задач, связанных с решением задач переработки ОЯТ и обращения с РАО, производства редких элементов, стабильных изотопов и особо чистых веществ.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать полученные знания для оценки возможности строительства новых АЭС, расчета ориентировочных капитальных затрат и эксплуатационных расходов;</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными технологическими способами переработки урансодержащего сырья, его выделению и обогащению по изотопу <math>^{235}\text{U}</math>;</li> <li>- основами анализа современных тенденций в технологии материалов современной энергетики.</li> </ul> | <p>Оценка за коллоквиум № 1 (5 семестр).</p> <p>Оценка за коллоквиум № 2 (5 семестр).</p>   |
| <p><b>Раздел 2.</b><br/><b>Основы радиационной безопасности и применение радионуклидов и излучений</b></p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- экологические последствия эксплуатации АЭС;</li> <li>- законы РФ и нормативные документы по использованию атомной энергии, радиационной безопасности и обращению с радиоактивными отходами;</li> <li>- химические процессы при воздействии ионизирующего излучения на вещество, основы дозиметрии и дозиметрического контроля;</li> <li>- аппаратное оформление и последовательность построения технологических схем для решения задач, связанных с решением задач переработки ОЯТ и обращения с РАО, производства редких элементов, стабильных изотопов и особо чистых веществ.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать радиационную опасность радионуклидов и материалов.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками расчета дозы в рабочих помещениях и дозовых нагрузок на персонал.</li> </ul>  | <p>Оценка за контрольную работу № 1 (7 семестр).</p> <p>Оценка за контрольную работу № 2 (7 семестр).</p> <p>Оценка за контрольную работу № 3 (7 семестр).</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (7 семестр)</p> |
| <p><b>Раздел 3.</b><br/><b>Химическая</b></p>  | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные стадии ядерного топливного цикла;</li> </ul>  | <p>Оценка за контрольную</p>  |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p><b>технология редких элементов</b></p>               | <p>- принципиальные основы и особенности процессов, используемых в технологии материалов современной энергетики;</p> <p>- аппаратное оформление и последовательность построения технологических схем для решения задач, связанных с решением задач переработки ОЯТ и обращения с РАО, производства редких элементов, стабильных изотопов и особо чистых веществ.</p> <p><b>Умеет:</b></p> <p>- применять базовые знания в области химии и технологии материалов современной энергетики для решения конкретных задач и совершенствования эксплуатируемых технологических схем;</p> <p>- выполнять расчетные оценки основных характеристик, применяемых в технологии материалов современной энергетики;</p> <p>- определять требования к используемым рабочим веществам и оптимальные условия осуществления процессов, применяемых в технологии материалов современной энергетики.</p> <p><b>Владеет:</b></p> <p>- основными технологическими способами переработки урансодержащего сырья, его выделению и обогащению по изотопу <math>^{235}\text{U}</math>;</p> <p>- основами выбора отдельных стадий и рациональных технологических схем получения материалов современной энергетики, сочетания имеющихся и создание новых схем;</p> <p>- навыками расчета, сравнительной оценки и поиска оптимальных параметров процессов, применяемых в технологии материалов современной энергетики;</p> <p>- основами анализа современных тенденций в технологии материалов современной энергетики.</p> | <p>работу № 4 (8 семестр).</p> <p>Оценка за контрольную работу № 5 (8 семестр).</p> <p>Оценка за контрольную работу № 6 (8 семестр).</p> <p>Оценка за экзамен (8 семестр)</p>      |
| <p><b>Раздел 4. Технология особо чистых веществ</b></p> | <p><b>Знает:</b></p> <p>- принципиальные основы и особенности процессов, используемых в технологии материалов современной энергетики;</p> <p>- аппаратное оформление и последовательность построения технологических схем для решения задач, связанных с решением задач переработки ОЯТ и обращения с РАО, производства редких элементов, стабильных изотопов и особо чистых веществ.</p> <p><b>Умеет:</b></p> <p>- применять базовые знания в области химии и технологии материалов современной энергетики для решения конкретных задач и совершенствования эксплуатируемых технологических схем;</p> <p>- выполнять расчетные оценки основных характеристик, применяемых в технологии материалов современной энергетики;</p>   | <p>Оценка за домашнюю расчетную работу № 1 (9 семестр).</p> <p>Оценка за домашнюю расчетную работу № 2 (9 семестр)</p> <p>Оценка за домашнюю расчетную работу № 3 (9 семестр).</p> |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | <p>- определять требования к используемым рабочим веществам и оптимальные условия осуществления процессов, применяемых в технологии материалов современной энергетики.</p> <p><b>Владеет:</b></p> <p>- основами выбора отдельных стадий и рациональных технологических схем получения материалов современной энергетики, сочетания имеющихся и создание новых схем;</p> <p>- навыками расчета, сравнительной оценки и поиска оптимальных параметров процессов, применяемых в технологии материалов современной энергетики;</p> <p>- основами анализа современных тенденций в технологии материалов современной энергетики.</p>  | <p>Оценка за домашнюю расчетную работу № 4 (9 семестр).</p> <p>Оценка за экзамен (9 семестр)</p>  |
| <p><b>Раздел 5.<br/>Технология изотопов</b></p> | <p><b>Знает:</b></p> <p>- принципиальные основы и особенности процессов, используемых в технологии материалов современной энергетики;</p> <p>- аппаратное оформление и последовательность построения технологических схем для решения задач, связанных с решением задач переработки ОЯТ и обращения с РАО, производства редких элементов, стабильных изотопов и особо чистых веществ.</p> <p><b>Умеет:</b></p> <p>- применять базовые знания в области химии и технологии материалов современной энергетики для решения конкретных задач и совершенствования эксплуатируемых технологических схем;</p> <p>- выполнять расчетные оценки основных характеристик, применяемых в технологии материалов современной энергетики;</p> <p>- определять требования к используемым рабочим веществам и оптимальные условия осуществления процессов, применяемых в технологии материалов современной энергетики.</p> <p><b>Владеет:</b></p> <p>- основами выбора отдельных стадий и рациональных технологических схем получения материалов современной энергетики, сочетания имеющихся и создание новых схем;</p> <p>- навыками расчета, сравнительной оценки и поиска оптимальных параметров процессов, применяемых в технологии материалов современной энергетики;</p> <p>- основами анализа современных тенденций в технологии материалов современной энергетики.</p> | <p>Оценка за домашнюю расчетную работу № 5 (9 семестр).</p> <p>Оценка за домашнюю расчетную работу № 6 (9 семестр)..</p> <p>Оценка за домашнюю расчетную работу № 7 (9 семестр).</p> <p>Оценка за экзамен (9 семестр)</p> |

## **15 . ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

1. Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

2. Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

3. Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
«Технология основных материалов современной энергетики  
и основы радиационной безопасности»**

основной образовательной программы

**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

код и наименование направления подготовки (специальности)

**специализации:**

**№ 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла»;**

**№ 2 «Технология разделения и применение изотопов»; № 3 «Технология  
теплоносителей и радиозэкология ядерных энергетических установок»;**

**№ 5 «Радиационная химия и радиационное материаловедение»**

наименование ООП

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
| 2.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
| 3.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
| 4                                 |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«МЕТОДЫ АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ  
МАТЕРИАЛОВ СОВРЕМЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ»**

**Специальность 18.05.02 Химическая технология материалов  
современной энергетики**

**Специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного  
топливного цикла»**

**Специализация № 2 «Технология разделения и применение изотопов»**

**Специализация № 3 «Технология теплоносителей и радиозэкология  
ядерных энергетических установок»**

**Специализация № 5 «Радиационная химия и радиационное  
материаловедение»**

**Квалификация «инженер»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2020 г.**

Программа составлена:

к.т.н, доцентом, доцентом кафедры технологии изотопов и водородной энергетики РХТУ им. Д.И. Менделеева И.Л. Растуновой;

к.х.н., доцентом, доцентом кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе РХТУ им. Д.И. Менделеева О.М. Клименко;

старшим преподавателем кафедры химии высоких энергий и радиозэкологии РХТУ им. Д.И. Менделеева А.А. Фениным.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института материалов современной энергетики и нанотехнологии «18» марта 2020 г., протокол № 6

## СОДЕРЖАНИЕ

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | Цели и задачи дисциплины   | 4  |
| 2.    | Требования к результатам освоения дисциплины   | 4  |
| 3.    | Объем дисциплины и виды учебной работы   | 6  |
| 4.    | Содержание дисциплины  | 7  |
| 4.1.  | Разделы дисциплины и виды занятий  | 7  |
| 4.2.  | Содержание разделов дисциплины   | 8  |
| 5.    | Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины  | 12 |
| 6.    | Практические и лабораторные занятия  | 13 |
| 6.1.  | Практические занятия. Примерные темы практических занятий по дисциплине  | 13 |
| 6.2.  | Лабораторные занятия   | 15 |
| 7.    | Самостоятельная работа   | 15 |
| 8.    | Примеры оценочных средств для контроля освоения дисциплины   | 15 |
| 8.1.  | Примерная тематика реферативно-аналитической работы  | 15 |
| 8.2.  | Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины   | 15 |
| 8.3.  | Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины   | 23 |
| 8.4.  | Структура и примеры билетов для экзамена   | 25 |
| 9.    | Учебно-методическое обеспечение дисциплины   | 25 |
| 9.1.  | Рекомендуемая литература   | 26 |
| 9.2.  | Рекомендуемые источники научно-технической информации  | 27 |
| 9.3.  | Средства обеспечения освоения дисциплины   | 27 |
| 10.   | Методические указания для обучающихся  | 28 |
| 10.1. | Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                | 28 |
| 10.2. | Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий...              | 29 |
| 11.   | Методические указания для преподавателей   | 29 |
| 11.1. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий | 29 |
| 11.2. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий  | 31 |
| 12.   | Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе  | 32 |
| 13.   | Материально-техническое обеспечение дисциплины   | 42 |
| 13.1. | Оборудование, необходимое в образовательном процессе:  | 42 |
| 13.2. | Учебно-наглядные пособия   | 43 |
| 13.3. | Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства  | 43 |
| 13.4. | Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы  | 43 |
| 13.5. | Перечень лицензионного программного обеспечения  | 43 |
| 14.   | Требования к оценке качества освоения программы  | 47 |
| 15.   | Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья                                 | 49 |

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики (специализации: № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», №2 «Технология разделения и применение изотопов», № 3 «Технология теплоносителей и радиозэкология ядерных энергетических установок» и № 5 «Радиационная химия и радиационное материаловедение»), рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрами химии высоких энергий и радиозэкологии, технологии редких элементов и наноматериалов на их основе, технологии изотопов и водородной энергетики РХТУ им. Д.И.Менделеева. Программа рассчитана на изучение в течение трех семестров.

Дисциплина «Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики» относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)» обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины базируется на знаниях, полученных в ходе изучения дисциплин образовательных программ подготовки инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики.

**Цель дисциплины** – сформировать у будущего инженера достаточно полное представление о методах аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики с выявлением его специфики для ряда технологических процессов, таких как радиохимическое производство, получение изотопно обогащенной продукции, особо чистых веществ, технология редких элементов.

**Задачи дисциплины** - дать основные знания о специфических особенностях современных методов анализа применительно к определению концентраций радиоактивных и стабильных изотопов, содержания микропримесей в веществах высокой чистоты, содержания компонентов редких элементов в рудах и концентратах.

Дисциплина «Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики» читается в 7, 8 и 9 семестрах. Контроль успеваемости обучающихся ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

## 2 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики» при подготовке инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики (специализации № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», № 2 «Технология Разделения и применение изотопов», № 3 «Технология теплоносителей и радиозэкология ядерных энергетических установок», № 5 «Радиационная химия и радиационное материаловедение») направлено на приобретение выпускниками следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

### **Общепрофессиональные компетенции:**

- способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения своей профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способность профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способность к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2).

## **Профессиональные компетенции:**

### **производственно-технологическая деятельность:**

- способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);

### **организационно-управленческая деятельность:**

- способность управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка (ПК-15).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

#### ***знать:***

- специфику проведения анализа материалов современной энергетики с учетом предварительной подготовки пробы и мешающих факторов;
- теоретические основы, области применения, возможности, ограничения использования каждого метода для анализа материалов современной энергетики;

#### ***уметь:***

- осуществлять выбор оптимального метода для решения конкретной задачи определения состава вещества при анализе материалов современной энергетики;
- проводить расчет состава анализируемого вещества при использовании различных методов с учетом специфики анализа материалов современной энергетики;

#### ***владеть:***

- навыками статистической обработки результатов анализа с учетом специфики предварительной подготовки пробы, случайной и систематической приборной погрешности, области определяемых концентраций;
- навыками определения и учета факторов, вносящих основной вклад в погрешность анализа;
- методами проведения эксперимента с применением современной научной аппаратуры, анализа и обработки результатов эксперимента.

### 3 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                                  | Всего       |            | Семестр      |            |              |            |                |            |
|---|-------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|----------------|------------|
|   |             |            | 7            |            | 8            |            | 9              |            |
|   | ЗЕ          | Акад. ч.   | ЗЕ           | Акад. ч.   | ЗЕ           | Акад. ч.   | ЗЕ             | Акад. ч.   |
| Общая трудоемкость дисциплины                       | <b>13</b>   | <b>468</b> | <b>4</b>     | <b>144</b> | <b>4</b>     | <b>144</b> | <b>5</b>       | <b>180</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>      | <b>5.34</b> | <b>192</b> | <b>1,78</b>  | <b>64</b>  | <b>1,78</b>  | <b>64</b>  | <b>1,78</b>    | <b>64</b>  |
| Лекции  | 2,67        | 96         | 0,89         | 32         | 0,89         | 32         | 0,89           | 32         |
| Практические занятия (ПЗ)                           | 2,67        | 96         | 0,89         | 32         | 0,89         | 32         | 0,89           | 32         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                       | <b>6,66</b> | <b>240</b> | <b>2,22</b>  | <b>80</b>  | <b>2,22</b>  | <b>80</b>  | <b>2,22</b>    | <b>80</b>  |
| Контактная самостоятельная работа                   | 6,66        | 0,4        | 2,22         | 0,2        | 2,22         | 0,2        | 2,22           | -          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины        |             | 239,6      |              | 79,8       |              | 79,8       |                | 80         |
| <b>Виды контроля:</b>                               |             |            |              |            |              |            |                |            |
| Зачет   | -           | -          | +            | +          | +            | +          | -              | -          |
| Экзамен   | -           | -          | -            | -          | -            | -          | 1              | 36         |
| <b>Контактная работа – промежуточная аттестация</b> | 1           | 0,4        |              |            |              |            | 1              | 0,4        |
| <b>Подготовка к экзамену.</b>                       |             | 35,6       |              |            |              |            |                | 35,6       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                      |             |            | <b>Зачет</b> |            | <b>Зачет</b> |            | <b>Экзамен</b> |            |

| Вид учебной работы                                  | Всего       |            | Семестр      |           |              |           |                |           |
|---|-------------|------------|--------------|-----------|--------------|-----------|----------------|-----------|
|   |             |            | 7            |           | 8            |           | 9              |           |
|   | ЗЕ          | Астр. ч.   | ЗЕ           | Астр. ч.  | ЗЕ           | Астр. ч.  | ЗЕ             | Астр. ч.  |
| Общая трудоемкость дисциплины                       | 13          | 351        | 4            | 117       | 4            | 117       | 5              | 135       |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>      | <b>5.34</b> | <b>144</b> | <b>1,78</b>  | <b>48</b> | <b>1,78</b>  | <b>48</b> | <b>1,78</b>    | <b>48</b> |
| Лекции  | 2,67        | 72         | 0,89         | 24        | 0,89         | 24        | 0,89           | 24        |
| Практические занятия (ПЗ)                           | 2,67        | 72         | 0,89         | 24        | 0,89         | 24        | 0,89           | 24        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                       | <b>6,66</b> | <b>180</b> | <b>2,22</b>  | <b>60</b> | <b>2,22</b>  | <b>60</b> | <b>2,22</b>    | <b>60</b> |
| Контактная самостоятельная работа                   | 6,66        | 0,3        | 2,22         | 0,15      | 2,22         | 0,15      | 2,22           | -         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины        |             | 179,7      |              | 59,85     |              | 59,85     |                | 60        |
| <b>Виды контроля:</b>                               |             |            |              |           |              |           |                |           |
| Зачет   | -           | -          | +            | +         | +            | +         | -              | -         |
| Экзамен   | -           | -          | -            | -         | -            | -         | 1              | 27        |
| <b>Контактная работа – промежуточная аттестация</b> | 1           | 0,3        | -            | -         | -            | -         | 1              | 0,3       |
| <b>Подготовка к экзамену.</b>                       |             | 26,7       | -            | -         | -            | -         |                | 26,7      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                      |             |            | <b>Зачет</b> |           | <b>Зачет</b> |           | <b>Экзамен</b> |           |

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п            | Раздел дисциплины  | Академ. часов |           |               |                |
|------------------|--|---------------|-----------|---------------|----------------|
|                  |  | Всего         | Лекции    | Практ. занят. | Самост. работа |
| <b>7 семестр</b> |  |               |           |               |                |
| 1                | <b>Раздел 1. Физико-химические методы анализа изотопов и особо чистых веществ</b>  | <b>144</b>    | <b>32</b> | <b>32</b>     | <b>80</b>      |
|                  | Введение   | 1             | 1         | -             | -              |
| 1.1              | Статистическая обработка результатов и метрологические характеристики на примере методов анализа изотопов и особо чистых (ОСЧ) веществ | 57            | 5         | 22            | 30             |
| 1.2              | Методы анализа особо чистых веществ  | 40            | 14        | 2             | 24             |
| 1.3              | Методы анализа стабильных изотопов   | 46            | 12        | 8             | 26             |
|                  | <b>Итого:</b>  | <b>144</b>    | <b>32</b> | <b>32</b>     | <b>80</b>      |
|                  | Форма контроля - зачет   |               |           |               |                |
|                  | <b>Всего в 7 семестре</b>  | <b>144</b>    |           |               |                |
| <b>8 семестр</b> |  |               |           |               |                |
| 2                | <b>Раздел 2. Физико-химические методы анализа редких и рассеянных элементов</b>  | <b>144</b>    | <b>32</b> | <b>32</b>     | <b>80</b>      |
| 2.1              | Основные понятия аналитического контроля в производстве редких элементов   | 36            | 8         | 8             | 20             |
| 2.2              | Основы минералогических исследований редких элементов  | 36            | 8         | 8             | 20             |
| 2.3              | Особенности аналитического определения редких металлов   | 72            | 16        | 16            | 40             |
|                  | <b>Итого:</b>  | <b>144</b>    | <b>32</b> | <b>32</b>     | <b>80</b>      |
|                  | Форма контроля - зачет   |               |           |               |                |
|                  | <b>Всего в 8 семестре</b>  | <b>144</b>    |           |               |                |
| <b>9 семестр</b> |  |               |           |               |                |
| 3.               | <b>Раздел 3. Хроматография и хромато-масс-спектрометрия в анализе материалов современной энергетики</b>                                | <b>144</b>    | <b>32</b> | <b>32</b>     | <b>80</b>      |
| 3.1.             | Хроматографические методы в анализе материалов современной энергетики  | 72            | 20        | 12            | 40             |
| 3.2.             | Масс-спектрометрия и хромато-масс-спектрометрия как методы анализа материалов современной энергетики                                   | 72            | 12        | 20            | 40             |
|                  | <b>Итого:</b>  | <b>144</b>    | <b>32</b> | <b>32</b>     | <b>80</b>      |
|                  | Форма контроля - экзамен   | 36            |           |               |                |
|                  | <b>Всего в 9 семестре</b>  | <b>180</b>    |           |               |                |
|                  | <b>ИТОГО:</b>  | <b>468</b>    | <b>96</b> | <b>96</b>     | <b>240</b>     |

### 4.2 Содержание разделов дисциплины

## **Раздел 1. Физико-химические методы анализа изотопов и особо чистых веществ**

### Введение.

Цели, задачи и структура курса. Роль аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики. Специфика анализа стабильных изотопов и микропримесей в особо чистых (ОСЧ) веществах.

### 1.1. Статистическая обработка результатов и метрологические характеристики на примере методов анализа изотопов и особо чистых (ОСЧ) веществ

Применение статистических законов распределения случайной величины для обработки результатов анализа. Расчет стандартного отклонения и доверительного интервала при использовании нормального закона распределения, распределения Пуассона и распределения Стьюдента, метод объединения проб. Определение грубой ошибки.

Регрессионный анализ как метод обработки результатов изотопного анализа. Применение логарифмического нормального распределения при обработке результатов анализа микропримесей в веществах ОСЧ. Использование закона сложения ошибок в анализе изотопов и веществ ОСЧ.

Метрологические характеристики методик выполнения измерений – виды и составляющие погрешностей; способы оценки систематической и случайной погрешностей. Понятия точности, воспроизводимости и повторяемости результатов измерений, выбор метода анализа с учетом понятия чувствительности и предела обнаружения на примере анализа изотопного состава вещества и микропримесей. Предел обнаружения как важнейшая характеристика метода анализа особо чистых веществ.

### 1.2. Методы анализа особо чистых веществ

Методы концентрирования микропримесей для анализа особо чистых веществ - экстракция, дистилляция, ректификация, сублимация, направленная кристаллизация, ионообменное концентрирование осаждение и соосаждение. Характеристики методов концентрирования, способы их расчета. Требования к методам концентрирования микропримесей как к предварительной стадии аналитического контроля веществ ОСЧ.

Неизбирательные методы анализа особо чистых веществ – определение, области применения. Измерение относительного остаточного удельного сопротивления как метод анализа чистоты проводников. Измерение удельной проводимости и использование эффекта Холла для оценки содержания микропримесей при оценке чистоты полупроводников. Измерение терморезонансного тока как метод оценки чистоты изоляторов. Определение содержания микропримесей в растворителях – определение содержания взвешенных частиц с помощью электронной микроскопии, лазерной ультрамикроскопии, кондуктометрии; определение нелетучего остатка в жидкостях с использованием пьезокварцевого взвешивания. Теоретические основы и характеристики методов применительно к анализу особо чистых веществ.

Использование ядерных методов анализа для определения микропримесей в особо чистых веществах - метод радиоактивных индикаторов (метод изотопных меток); субстехиометрический метод изотопного разбавления; радиоактивационный анализ (абсолютный и сравнительный метод), метод мониторов. Теоретические основы, характеристики и области применения данных методов при анализе особо чистых веществ.

Применение каталитрии для определения микропримесей переходных металлов в веществах ОСЧ - интегральный и дифференциальный методы, понятие индикаторного вещества и индикаторной реакции. Определение скорости индикаторной реакции с использованием метода тангенсов, метода фиксированного времени и метода



фиксированной концентрации применительно к анализу особо чистых веществ. Области применимости метода каталиметрии при анализе особо чистых веществ.

Применение атомных спектров, газовой и высокоэффективной жидкостной хроматографии для анализа особо чистых веществ.

### 1.3. Методы анализа стабильных изотопов

Масс-спектрометрический анализ для анализа изотопного состава веществ. Особенности изотопной масс-спектрометрии. Интерпретация масс-спектров в случае изотопного анализа по пикам атомарных ионов. Расчет изотопных концентраций по пикам молекулярных ионов: квазиатомарный случай, обработка масс-спектров двухатомных молекул (в молекуле содержится два стабильных изотопа и в молекуле содержится более двух атомов стабильных изотопов), обработка масс-спектров в случае многоатомных молекул.

Спектральный анализ – атомные и молекулярные спектры в изотопном анализе. Природа возникновения и виды изотопических эффектов в атомных спектрах. Применение атомной эмиссионной спектроскопии для изотопного анализа – специфика обработки спектров, требуемая разрешающая способность приборов на примере анализа изотопного состава водорода и азота. Атомно-абсорбционный анализ – характеристики и области применения метода для изотопного анализа. Природа возникновения изотопических эффектов в различных молекулярных спектрах, возможность их применения для изотопного анализа. Использование электронно-колебательных молекулярных спектров для изотопного анализа на примере определения изотопного состава азота. Использование колебательно-вращательной спектроскопии (ИК-спектроскопии) для определения изотопного состава воды – основы метода, специфика анализа в области малых, высоких и средних концентраций дейтерия.

Денсиметрические методы определения изотопного состава воды – основы метода и способы выражения плотности в денсиметрии, специфика денсиметрического изотопного анализа. Влияние изотопного состава и температуры на плотность, требования к термостатированию при изотопном анализе. Требования к чистоте и методы очистки пробы. Пикнометрический, поплавковый, капельные методы анализа изотопного состава воды и их сравнение. Современные денситометры – метод U-образной осциллирующей трубки, специфика их применения для изотопного анализа жидкостей.

Интерферометрический метод определения изотопного состава воды – показатель преломления различных изотопных форм воды; принцип действия интерферометра; связь между показателем преломления и изотопным составом воды; точность, специфика и область применения метода.

Определение изотопного состава воды по водороду и кислороду – полный изотопный анализ воды с использованием метода двух констант (комбинация интерферометрического и денсиметрического методов); полный изотопный анализ воды с использованием комбинации денсиметрического и спектрального методов.

## **Раздел 2 Физико-химические методы анализа редких и рассеянных элементов**

### 2.1. Основные понятия аналитического контроля в производстве редких элементов

Основные понятия аналитического контроля. Объекты анализа, особенности переработки и аналитического контроля производств в технологии редких и рассеянных элементов. Последовательность операций при проведении любого анализа. Важность контроля содержания примесей, влияющих на потребительские свойства материалов.

Стадии аналитического контроля, отбор пробы, подготовка пробы, измерение, обработка результатов. Влияние отбора пробы на результаты анализа.

Понятия представительной, генеральной, лабораторной и анализируемой пробы. Особенности отбора проб твердых, жидких и газообразных образцов. Особенности отбора проб легко гидролизующихся соединений редких элементов. Критерии выбора размера

проб. Области относительных содержаний компонентов на разных стадиях технологического процесса. Особенности отбора проб неоднородных твердых веществ. Зависимость массы представительной пробы твердого вещества от размера частиц. Формула Ричардса-Чеччота. Подход к выбору соотношения между числом анализируемых твердых проб и числом параллельных измерений данной пробы.

Вскрытие твердых проб. Селективное вскрытие. Индивидуальные и групповые методы концентрирования микропримесей, абсолютное и относительное концентрирование. Характеристики метода концентрирования - степень извлечения и степень обогащения. Физические, физико-химические и химические методы концентрирования. Экстракция, дистилляция, ректификация, сублимация, направленная кристаллизация, ионный обмен, осаждение и соосаждение как методы концентрирования, области их применения.

Особенности составления схем анализа, выбора методов анализа, предварительной подготовки проб, содержащих редкие металлы. Аттестованные методики анализа объектов переработки сырья редких металлов.

## 2.2. Основы минералогических исследований

Основные принципы и методы гранулометрического анализа. Оптические свойства материалов и методы их исследования (световая и рентгеновская микроскопия; оптическая и люминесцентная спектроскопия). Исследование структуры минералов, руд и продуктов их переработки (основы рентгенофазового анализа, электронной микроскопии, инфракрасной спектроскопии).

## 2.3. Особенности аналитического определения редких металлов

Методы отделения лития от щелочных металлов. Методы определения лития в присутствии щелочных и щелочноземельных элементов. Физико-химические методы определения лития.

Химические методы определения РЗЭ. Методы определения суммарного содержания РЗЭ. Устойчивость валентных форм редких металлов. Применение в аналитическом контроле. Применение методов анализа, основанных на разнице физико-химических свойств РЗЭ. Методы определения индивидуальных элементов в смеси РЗЭ. Методы определения примесей в индивидуальных РЗЭ. Основные принципы ионообменной хроматографии РЗЭ.

Методы определения суммарного содержания Zr и Hf. Определение примесей в соединениях циркония. Методы определения Hf в Zr.

Химические и физико-химические методы определения Nb и Ta.

Химические методы определения урана. Методы определения валентных форм урана. Физико-химические методы определения урана. Определение примесей в соединениях урана.

## **Раздел 3. Хроматография и хромато-масс-спектрометрия в анализе материалов современной энергетики**

### 3.1. Хроматографические методы в анализе материалов современной энергетики

Общность и специфика процессов хроматографического анализа материалов современной энергетики.

Размывание хроматографической зоны и его физические причины. Неравновесная хроматография. Основы концепции теоретических тарелок. Понятие ВЭТТ. Кинетические теории хроматографии. Факторы, влияющие на размывание зон (вихревая диффузия, молекулярная диффузия, сопротивление массопередачи в подвижной и неподвижной фазах). Зависимость ВЭТТ от скорости потока. Уравнение Ван-Деемтера.

Предподготовка и системы ввода образцов при хроматографическом анализе. Твердофазная экстракция, микроэкстракционные методы, сорбционное концентрирование. Примеры применения для анализа материалов современной

энергетики. Дериватизация в хроматографическом анализе. Системы ввода в хроматограф газовых проб, жидких проб, хроматографический анализ твердых образцов.

Качественный газо-хроматографический анализ. Идентификация веществ на основе величины удерживания. Метод тестеров. Индексы удерживания Ковача.

Эксклюзионная хроматография. Сущность метода. Особенности механизма удерживания молекул. Области применения.

Жидкость-жидкостная (распределительная) хроматография. Основы метода. Коэффициент распределения, факторы, влияющие на его величину. Носители, подвижные фазы, требования к ним. Подвижные фазы. Противоточная хроматография. Примеры применения.

Сверхкритическая флюидная хроматография. Сущность метода. Сверхкритические флюиды, основные их свойства (плотность, вязкость, коэффициент диффузии). Колонки, области применения. Сравнение методов ВЭЖХ, газовой и сверхкритической флюидной хроматографии.

### 3.2. Масс-спектрометрия и хромато-масс-спектрометрия как методы анализа материалов современной энергетики

Альтернативные методы ионизации соединений. Химическая ионизация и механизм ее протекания. Полевая ионизация и полевая десорбция. Особенности применения методов для получения масс-спектров молекулярных ионов и изучения высокомолекулярных соединений различной природы. Химическая ионизация при атмосферном давлении. Электрораспылительная ионизация.

Физические основы метода масс-спектрального распада органических соединений в режиме электронной ионизации. Основные принципы образования масс-спектров положительно заряженных ионов. Понятие «сечение ионизации». Понятие «полный ионный ток». Зависимость эффективности ионизации от энергии ионизирующих электронов. Понятие «молекулярный ион». Правильность выбора молекулярного иона на основании первичных фрагментных ионов. Принципы и приемы определения области молекулярно-массового распределения. Понятие «осколочные и характеристические ионы». Физические основы масс-спектрально распада. Понятие метастабильные ионы и принципы их образования.

Основные правила и подходы к интерпретации масс-спектров. Стабильность ионов и нейтральных частиц. Правило выброса максимального алкильного радикала. Практические основы интерпретации масс-спектров. Определение элементного состава ионов на основании изотопных пиков. Расчет изотопной частоты соединений. Азотное правило. Фрагментные ионы. Наиболее интенсивные ионы в масс-спектре. Гомологические серии ионов. Построение схемы фрагментации. Метод масс-фрагментографии и режим мониторинга заданных ионов. Масс-спектрометрия высокого разрешения.

## 5 СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:   | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 |
|--|--|----------|----------|----------|
|  | <b>Знать:</b>  |          |          |          |
| 1  | – специфику проведения анализа материалов современной энергетики с учетом предварительной подготовки пробы и мешающих факторов;  | +        | +        | +        |
| 2  | – теоретические основы, области применения, возможности, ограничения использования каждого метода для анализа материалов современной энергетики;   | +        | +        | +        |
|  | <b>Уметь:</b>  |          |          |          |
| 3  | – осуществлять выбор оптимального метода для решения конкретной задачи определения состава вещества при анализе материалов современной энергетики;   | +        | +        | +        |
| 4  | – проводить расчет состава анализируемого вещества при использовании различных методов с учетом специфики анализа материалов современной энергетики;   | +        | +        | +        |
|  | <b>Владеть:</b>  |          |          |          |
| 5  | – навыками статистической обработки результатов анализа с учетом специфики предварительной подготовки пробы, случайной и систематической приборной погрешности, области определяемых концентраций;               | +        |          |          |
| 6  | – навыками определения и учета факторов, вносящих основной вклад в погрешность анализа;  | +        | +        | +        |
| 7  | – методами проведения эксперимента с применением современной научной аппаратуры, анализа и обработки результатов эксперимента.   | +        | +        | +        |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен приобрести следующие компетенции |  |          |          |          |
|  | <b>Общепрофессиональные (ОПК) компетенции:</b>   |          |          |          |
| 8  | – способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения своей профессиональной деятельности (ОПК-1);   | +        | +        | +        |
| 9  | – способность профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способность к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2). | +        | +        | +        |
|  | <b>Профессиональные компетенции (ПК):</b>  |          |          |          |

|    |  |   |   |   |
|----|--|---|---|---|
|    | <b>производственно-технологическая деятельность:</b>   |   |   |   |
| 10 | – способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);              | + | + | + |
|    | <b>организационно-управленческая деятельность:</b>   |   |   |   |
| 12 | – способность управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка (ПК-15); | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1 Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Предусмотрены практические занятия обучающегося в объеме 96 академических часов (32 академических часа в 7 семестре, раздел 1; 32 академических часа в 8 семестре, раздел 2; 32 академических часа в 9 семестре, раздел 3).

| № п/п | № раздела       | Темы практических занятий   | Часы |
|-------|-----------------|---|------|
|       | <b>Раздел 1</b> |   |      |
| 1     | 1.1.            | Вычисление стандартного отклонения и доверительного интервала для результатов анализа, подчиняющихся распределениям Гаусса, Стьюдента и Пуассона (на примерах изотопного анализа спектральными и радиометрическими методами). | 4    |
| 2     | 1.1             | Метод объединения проб для ограниченного числа измерений при серийном анализе (на примере спектрального изотопного анализа). Определение промаха (грубой ошибки)  | 2    |
| 3     | 1.1.            | Статистика прямых линий. Методика построения градуировочной зависимости с использованием регрессионного анализа для ограниченного числа результатов измерений. Примеры обработки результатов изотопного анализа.              | 5    |
| 4     | 1.1             | Использование логарифмического нормального распределения для обработки результатов анализа особо чистых веществ.  | 3    |
| 5     | 1.1.            | Использование закона сложения ошибок на примере расчета концентрации при приготовлении проб методом разбавления.  | 2    |
| 6     | 1.1             | Использование закона накопления ошибок на примере расчета коэффициента разделения по результатам спектрального и радиометрического анализа  | 2    |
| 7     | 1.1.            | Вычисления предела обнаружения метода анализа по результатам «холостого опыта».   | 2    |
| 8     | 1.1             | Анализ результатов выполнения контрольной работы №  | 2    |

|    |                 |   |   |
|----|-----------------|---|---|
|    |                 | 1. Работа над ошибками.   |   |
| 9  | 1.2.            | Контрольная работа № 2.   | 2 |
| 10 | 1.3.            | Методы обработки масс-спектров при анализе стабильных изотопов с использованием атомарных и молекулярных ионов.   | 2 |
| 11 | 1.3.            | Методики расчета концентрации дейтерия в воде с использованием ИК-спектров для различных областей концентраций.   | 2 |
| 12 | 1.3.            | Полный изотопный анализ воды методом двух констант и с использованием комбинации денсиметрического и спектрального методов  | 2 |
| 11 | 1.3.            | Контрольная работа № 3  | 2 |
|    | <b>Раздел 2</b> |   |   |
| 1  | 2.1.            | Особенности конструкции основных типов ЯЭУ. Критерии выбора размера проб.   | 2 |
| 2  | 2.1.            | Зависимость массы представительной пробы твердого вещества от размера частиц. Формула Ричардса-Чеччота. Подход к выбору соотношения между числом анализируемых твердых проб и числом параллельных измерений данной пробы. | 2 |
| 3  | 2.1             | Составление схем анализа, выбор методов анализа   | 2 |
| 4  | 2.1.            | Коллоквиум № 1.   | 2 |
| 5  | 2.2.            | Методы гранулометрического анализа горных пород и минералов.  | 2 |
| 6  | 2.2.            | Оптические свойства материалов и методы их исследования.  | 2 |
| 7  | 2.2.            | Исследование структуры минералов, руд и продуктов их переработки  | 2 |
| 8  | 2.2             | Коллоквиум № 2  | 2 |
| 9  | 2.3             | Методы определения суммарного содержания РЗЭ.   | 4 |
| 10 | 2.3             | Методы определения суммарного содержания Zr и Hf.   | 4 |
| 11 | 2.3             | Методы определения Nb и Ta.   | 2 |
| 12 | 2.3             | Методы определения валентных форм урана.  | 4 |
| 13 | 2.3             | Коллоквиум № 3  | 2 |
|    | <b>Раздел 3</b> |   |   |
| 1  | 3.1             | Оптимизация разделения методом газовой хроматографии.   | 2 |
| 2  | 3.1             | Оптимизация разделения методом жидкостной хроматографии.  | 2 |
| 3  | 3.1             | Контрольная работа № 4.   | 2 |
| 4  | 3.1             | Идентификация веществ на основе величины удерживания.   | 2 |
| 5  | 3.1             | Методы дериватизации.   | 2 |
| 6  | 3.1             | Контрольная работа № 5.   | 2 |
| 7  | 3.2             | Интерпретация масс-спектров с целью определения молекулярной формулы.   | 4 |
| 8  | 3.2             | Масс-спектрометрия алканов.   | 2 |
| 9  | 3.2             | Масс-спектрометрия алкенов.   | 2 |
| 10 | 3.2             | Масс-спектрометрия ароматических и  | 4 |

|    |     |  |   |
|----|-----|--|---|
|    |     | алкилароматических соединений                      |   |
| 11 | 3.2 | Масс-спектрометрия кислород-содержащих соединений. | 4 |
| 12 | 3.2 | Масс-спектрометрия азот-содержащих соединений.     | 2 |
| 13 | 3.2 | Контрольная работа № 6.                            | 2 |

## 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики» учебным планом не предусмотрен.

## 7 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики» предусмотрена самостоятельная работа студента специалитета в объеме 240 акад. ч (7 семестр – 80 акад. ч., 8 семестр – 80 акад. ч., 9 семестр – 80 акад. ч.) плюс 36 акад. ч – подготовка к экзамену в 9 семестре). Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и онлайн семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению коллоквиумов и контрольных работ;
- выполнение домашней контрольной работы № 1;
- подготовку к сдаче экзамена по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающемуся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных и электронных научно-информационных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1 Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

### 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Текущий контроль освоения дисциплины в 7 семестре (раздел 1) включает в себя 3 контрольных работы (работа № 1 представляет собой домашнее задание). Максимальная оценка за контрольную работу № 1 составляет 20 баллов, за контрольные работы № 2 и № 3 – 40 баллов за каждую. Максимальная оценка за текущий контроль освоения дисциплины в 7 семестре составляет 100 баллов (зачет).

Для текущего контроля освоения дисциплины в 8 семестре (раздел 2) предусмотрено 3 коллоквиума. Максимальная оценка за коллоквиумы № 1 и № 2 составляет 30 баллов за каждую за коллоквиум № 4 – 40 баллов. Максимальная оценка за текущий контроль освоения дисциплины в 8 семестре составляет 100 баллов (зачет).

Для текущего контроля освоения дисциплины в 9 семестре (раздел 3) предусмотрено 3 контрольные работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 20 баллов за каждую. Максимальная оценка за текущий контроль освоения дисциплины в 9 семестре составляет 60 баллов.

### Раздел 1.

**Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, максимальная оценка за вопросы 1 и 2 – 5 баллов каждый, за вопрос № 3 – 10 баллов.**

#### Примеры вопроса № 1.

1. Нормальное распределение - область применения, параметры распределения, характеристика кривой нормального распределения.
2. Распределение Пуассона - область применения, параметры распределения.
3. Распределение Стьюдента - область применения, параметры распределения, характеристика кривой t-распределения.
4. Вычисление доверительного интервала для ограниченного числа измерений. Метод объединения проб.
5. Определение грубой ошибки (промаха).
6. Регрессионный анализ - коэффициент корреляции, условия определения коэффициентов регрессии.
7. Регрессионный анализ - методика определения коэффициентов регрессии.
8. Регрессионный анализ – определение значимости свободного члена регрессионной зависимости.
9. Логарифмическое нормальное распределение - вычисление стандартного отклонения и размаха топливный цикл с реакторами на тепловых нейтронах.
10. Закон сложения ошибок.
11. Метрологические характеристики измерений – типичные составляющие погрешностей.
12. Метрологические характеристики измерений – способы оценки систематической составляющей погрешности измерений.
13. Метрологические характеристики измерений – способы оценки случайной составляющей погрешности измерений.
14. Метрологические характеристики измерений – точность, воспроизводимость, повторяемость.
15. Метрологические характеристики измерений (перечислить). Чувствительность метода.
16. Метрологические характеристики измерений – предел обнаружения, способы его определения.
17. Специфика изотопного анализа и анализа особо чистых веществ. Наиболее значимые метрологические характеристики для данных видов анализа.
18. Почему анализ стабильных изотопов и особо чистых веществ называют экстремальными видами анализа?

#### Примеры вопроса № 2.

1. При анализе пробы азота на приборе NOI-5 были получены следующие значения концентрации  $^{15}\text{N}$ :  $x_1 = 0,377$  ат. %;  $x_2 = 0,405$  ат. %;  $x_3 = 0,399$  ат. %;  $x_4 = 0,407$  ат. %;  $x_5 = 0,410$  ат. %. Определить наличие грубой ошибки в измерениях. Привести результат анализа пробы с учетом ошибки измерений.
2. При приготовлении градуировочных растворов весовым методом использовали эталонную пробу (эт) с содержанием дейтерия 15,0 мас.% и дистиллированную воду (дист). Точность взвешивания составляет  $\pm 0,0005$  г. Результаты взвешивания:  
Проба 1: масса бюкса  $m_{\text{бюкс}} = 13,5456$  г;  $m_{\text{бюкс+эт}} = 16,2344$  г;  $m_{\text{бюкс+эт+дист}} = 26,3245$  г



Проба 2: масса бюкса  $m_{\text{бюкс}} = 12,9654$  г;  $m_{\text{бюкс+эт}} = 18,3256$  г;  $m_{\text{бюкс+эт+дист}} = 25,7643$  г

Определить массовую концентрацию дейтерия в приготовленных пробах с учетом точности приготовления.

3. При определении коэффициента разделения ( $\alpha_{\text{H-D}}$ ) при электролизе водного раствора КОН в щелочном электролизере были получены следующие значения концентрации дейтерия: в электролите –  $x_1 = 0,1456$ ;  $x_2 = 0,1415$ ;  $x_3 = 0,1467$ ;  $x_4 = 0,1422$ ; в водороде –  $y_1 = 0,0570$ ;  $y_2 = 0,0609$ ;  $y_3 = 0,0606$ ;  $y_4 = 0,0583$ . Рассчитаем ошибку определения  $\alpha_{\text{H-D}}$ .

### Примеры вопроса № 3.

1. При градуировке прибора ДСФ-8-3 использовали 3 эталонные пробы с известным содержанием дейтерия ( $c_{\text{ист}}$ ). На основании измеренных интенсивностей спектральных линий протия и дейтерия были получены значения концентраций в этих пробах ( $c_{\text{изм}}$ ).

Проба № 1 :  $c_{\text{ист}} = 1,05$  ат. %;  $c_{\text{изм}} = 1,03$  ат.%; 1,01 ат.%; 1,06 ат.%

Проба № 2 :  $c_{\text{ист}} = 2,50$  ат. %;  $c_{\text{изм}} = 2,43$  ат.%; 2,37 ат.%; 2,40 ат.%

Проба № 3 :  $c_{\text{ист}} = 3,10$  ат. %;  $c_{\text{изм}} = 3,03$  ат.%; 2,99 ат.%; 3,06 ат.%

Получить градуировочное уравнение и определить истинную концентрацию дейтерия в пробе №К, если значения  $c_{\text{изм,К}} = 2,15$  ат.%; 2,12 ат.%; 2,16 ат.%

2. Задача. При определении зависимости разности электрического потенциала на конденсаторе ( $u$ , мВ) от концентрации микропримесей кальция ( $c$ , мас. %) на приборе МФС-4 были получены следующие значения:

Фон:  $u_{\text{фон}} = 35$  мВ; 40 мВ; 33 мВ;

Проба № 1 :  $c_{\text{ист}} = 10^{-3}$  мас. %;  $u_1 = 85$  мВ; 102 мВ; 90 мВ;

Проба № 2 :  $c_{\text{ист}} = 5 \cdot 10^{-3}$  мас. %;  $u_1 = 195$  мВ; 210 мВ; 205 мВ;

Проба № 3 :  $c_{\text{ист}} = 10^{-2}$  мас. %;  $u_1 = 275$  мВ; 285 мВ; 270 мВ.

Получить градуировочное уравнение и определить истинную концентрацию марганца в пробе №К, если значения  $u_{\text{К}} = 244$  мВ; 226 мВ; 235 мВ.

## **Пример задания к контрольной работе № 1**

### Вариант 1

1. Нормальное распределение - область применения, параметры распределения, характеристика кривой нормального распределения.

2. При анализе пробы азота на приборе NOI-5 были получены следующие значения концентрации  $^{15}\text{N}$  :  $x_1 = 0,377$  ат. %;  $x_2 = 0,405$  ат. %;  $x_3 = 0,399$  ат. %;  $x_4 = 0,407$  ат. %;  $x_5 = 0,410$  ат. %. Определить наличие грубой ошибки в измерениях. Привести результат анализа пробы с учетом ошибки измерений.

3. Задача: При градуировке прибора ДСФ-8-3 использовали 3 эталонные пробы с известным содержанием дейтерия ( $c_{\text{ист}}$ ). На основании измеренных интенсивностей спектральных линий протия и дейтерия были получены значения концентраций в этих пробах ( $c_{\text{изм}}$ ).

Проба № 1 :  $c_{\text{ист}} = 1,05$  ат. %;  $c_{\text{изм}} = 1,03$  ат.%; 1,01 ат.%; 1,06 ат.%

Проба № 2 :  $c_{\text{ист}} = 2,50$  ат. %;  $c_{\text{изм}} = 2,43$  ат.%; 2,37 ат.%; 2,40 ат.%

Проба № 3 :  $c_{\text{ист}} = 3,10$  ат. %;  $c_{\text{изм}} = 3,03$  ат.%; 2,99 ат.%; 3,06 ат.%

Получить градуировочное уравнение и определить истинную концентрацию дейтерия в пробе №К, если значения  $c_{\text{изм,К}} = 2,15$  ат.%; 2,12 ат.%; 2,16 ат.%

## **Примеры вопросов к контрольной работе № 2.**

### **Максимальная оценка –**

**40 баллов. Билет контрольной работы содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов.**

1. Классификация чистоты веществ, определения понятий высокочистое вещество, особо чистое вещество. Примеры маркировки веществ ОСЧ.

2. Особенности анализа особо чистых веществ. Методы концентрирования микропримесей. Основные характеристики метода обогащения.
3. Экстракция как метод концентрирования микропримесей – характеристики метода.
4. Дистилляция, ректификация как методы концентрирования микропримесей – характеристики метода. Способы определения степени разделения.
5. Направленная кристаллизация, соосаждение, ионообменное концентрирование как методы концентрирования микропримесей.
6. Неизбирательные методы анализа – общая характеристика. Измерение остаточного удельного сопротивления.
7. Методы оценки чистоты полупроводников. Измерение удельной проводимости.
8. Методы оценки чистоты полупроводников (перечислить). Оценка содержания микропримесей с использованием эффекта Холла.
9. Методы оценки чистоты растворителей (перечислить). Кондуктометрия.
10. Методы оценки чистоты растворителей (перечислить). Лазерная ультрамикроскопия. Метод пьезокварцевого взвешивания.
11. Ядерные методы анализа (перечислить). Метод радиоактивных индикаторов.
12. Субстехиометрический метод изотопного разбавления.
13. Методы радиоактивационного анализа примесей (перечислить, дать общую характеристику).
14. Абсолютный метод радиоактивационного анализа.
15. Сравнительный метод, метод мониторов.
16. Кинетические методы анализа – общая характеристика, основное уравнение кинетических методов.
17. Каталиметрия – основы метода, область применения, достоинства и недостатки, расчет концентрации микропримеси с использованием кинетического уравнения для каталитических гомогенных реакций.
18. Каталиметрия – основы метода, область применения, достоинства и недостатки. Методы определения скорости индикаторной реакции в каталиметрии (дифференциальный и интегральный методы).
19. Каталиметрия – основы метода, область применения, достоинства и недостатки. Методы определения скорости индикаторной реакции в каталиметрии (перечислить). Метод тангенсов.
20. Каталиметрия – основы метода, область применения, достоинства и недостатки. Методы определения скорости индикаторной реакции в каталиметрии (перечислить). Метод фиксированного времени. Метод фиксированной концентрации.

### **Пример задания к контрольной работе № 2**

#### *Вариант № 1*

1. Классификация чистоты веществ, определения понятий высокочистое вещество, особо чистое вещество. Примеры маркировки веществ ОСЧ.
2. Ядерные методы анализа (перечислить). Метод радиоактивных индикаторов. Субстехиометрический метод изотопного разбавления.

**Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 40 баллов. Билет контрольной работы содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов.**

1. Масс-спектрометрия – основы метода, блок-схема, классификация масс-спектрометров, разрешающая способность. Особенности изотопной масс-спектрометрии.
2. Интерпретация масс-спектров в случае изотопного анализа. Разрешающая способность. Обработка масс-спектров: расчет изотопного состава по пикам

- атомарных и квазиатомарных ионов. Расчет изотопного состава углерода по ионам  $\text{CO}^+$ .
- Интерпретация масс-спектров в случае изотопного анализа. Разрешающая способность. Обработка масс-спектров: в молекуле содержится два стабильных изотопа (на примере анализа азота по ионам  $\text{N}_2^+$ ).
  - Обработка масс-спектров: обработка масс-спектров на примере анализа изотопного состава кислорода по ионам  $\text{O}_2^+$ .
  - Природа возникновения изотопических смещений в атомных спектрах вещества и их абсолютная величина. Особенности использования атомных спектров при анализе особо чистых веществ.
  - Природа возникновения изотопических смещений в атомных спектрах вещества и их абсолютная величина. Особенности изотопного анализа водорода методом атомной эмиссионной спектроскопии.
  - Природа возникновения изотопических смещений в различных молекулярных спектрах. Электронно-колебательная спектроскопия на примере анализа изотопного состава азота.
  - Природа возникновения изотопических смещений в различных молекулярных спектрах. ИК-спектроскопия для изотопного анализа воды.
  - Денсиметрические методы анализа – основы методов, область применения, сравнение денсиметрических методов.
  - Денсиметрические методы анализа – способы выражения плотности, разность плотностей воды различного изотопного состава, основные требования к проведению анализа.
  - Денсиметрические методы анализа – требования к чистоте пробы, методы и техника очистки пробы.
  - Денсиметрические методы анализа – поплавковый и капельные методы.
  - Денсиметрические методы анализа – основы метода, область применения. Пикнометрический метод анализа воды.
  - Интерферометрические методы анализа изотопного состава воды. Рефрактометр и интерферометр: принцип действия, область применения.
  - Полный изотопный анализ воды с использованием метода двух констант (денсиметрия и интерферометрия).
  - Полный изотопный анализ воды с использованием денсиметрического и спектрального методов.

### **Пример задания к контрольной работе № 3**

#### **Вариант № 1**

- Масс-спектрометрия – основы метода, блок-схема, классификация масс-спектрометров, разрешающая способность.
- Полный изотопный анализ воды с использованием комбинации денсиметрического и спектрального методов.

#### **Раздел 2**

**Примеры вопросов к коллоквиуму № 1. Максимальная оценка – 30 баллов. Билет коллоквиума содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 15 баллов.**

- Основные понятия аналитического контроля.
- Объекты анализа, особенности переработки и аналитического контроля производств в технологии редких и рассеянных элементов.
- Последовательность операций при проведении анализа в технологии редких и

- рассеянных элементов.
4. Важность контроля содержания примесей, влияющих на потребительские свойства материалов при анализе редких и рассеянных элементов.
  5. Стадии аналитического контроля, отбор пробы, подготовка пробы, измерение, обработка результатов при анализе редких и рассеянных элементов..
  6. Влияние отбора пробы на результаты анализа.
  7. Понятия представительной, генеральной, лабораторной и анализируемой пробы.
  8. Влияние агрегатного состояния вещества на проведение химического анализа редких и рассеянных элементов..
  9. Особенности отбора проб твердых, жидких и газообразных образцов при анализе редких и рассеянных элементов..
  10. Особенности отбора проб легко гидролизующихся соединений редких элементов.
  11. Влияние процессов гидролиза и полимеризации на определение редких элементов.
  12. Критерии выбора размера проб. Области относительных содержаний компонентов на разных стадиях технологического процесса при анализе редких и рассеянных элементов.
  13. Особенности отбора проб неоднородных твердых веществ при анализе редких и рассеянных элементов.
  14. Вскрытие твердых проб. Селективное вскрытие при анализе редких и рассеянных элементов.

### **Пример билета к коллоквиуму № 1**

#### **Билет № 1**

1. Последовательность операций при проведении анализа в технологии редких и рассеянных элементов.
2. Особенности отбора проб легко гидролизующихся соединений редких элементов.

**Примеры вопросов к коллоквиуму № 2. Максимальная оценка – 30 баллов. Билет коллоквиума содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 15 баллов.**

1. Индивидуальные и групповые методы концентрирования микропримесей, абсолютное и относительное концентрирование при анализе редких и рассеянных элементов.
2. Характеристики метода концентрирования - степень извлечения и степень обогащения при анализе редких и рассеянных элементов.
3. Физические, физико-химические и химические методы концентрирования при анализе редких и рассеянных элементов.
4. Особенности составления схем анализа, выбора методов анализа, предварительной подготовки проб, содержащих редкие металлы.
5. Основные принципы и методы гранулометрического анализа при анализе редких и рассеянных элементов.
6. Основные принципы световой и рентгеновской микроскопии при анализе редких и рассеянных элементов..
7. Основные принципы оптической и люминесцентной спектроскопии при анализе редких и рассеянных элементов..
8. Основные методы исследования структуры минералов, руд редких и рассеянных элементов и продуктов их переработки
9. Основные принципы рентгенофазового анализа редких и рассеянных элементов.
10. Основные принципы электронной микроскопии при анализе редких и рассеянных элементов.
11. Основные принципы инфракрасной спектроскопии при анализе редких и рассеянных элементов.

## Пример билета к коллоквиуму № 2

### Билет № 1

1. Характеристики метода концентрирования - степень извлечения и степень обогащения при анализе редких и рассеянных элементов.
2. Основные принципы и методы гранулометрического анализа при анализе редких и рассеянных элементов.

**Примеры вопросов к коллоквиуму № 3. Максимальная оценка – 40 баллов. Билет коллоквиума содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов.**

1. Методы определения индивидуальных элементов в смеси РЗЭ.
2. Методы определения валентных форм урана.
3. Химические методы определения РЗЭ.
4. Химические методы определения урана.
5. Методы определения суммарного содержания Zr и Hf.
6. Физико-химические методы определения лития.
7. Метод добавок, особенности применения в различных методах анализа.
8. Физико-химические методы определения урана.
9. Методы определения суммарного содержания РЗЭ.
10. Методы определения Zr в Hf.
11. Методы определения примесей в индивидуальных РЗЭ.
12. Применение методов анализа, основанных на разнице физико-химических свойств РЗЭ.
13. Методы отделения лития от щелочных металлов. Методы определения лития в присутствии щелочных и щелочноземельных элементов.
14. Методы определения индивидуальных РЗЭ в их смеси.
15. Устойчивость валентных форм редких металлов. Применение в аналитическом контроле.
16. Основные принципы ионообменной хроматографии РЗЭ.
17. Методы определения Hf в Zr.
18. Химические и физико-химические методы определения Nb и Ta.
19. Определение примесей в соединениях циркония.
20. Определение примесей в соединениях урана.

## Пример билета к коллоквиуму № 3

### Билет № 1

1. Методы определения индивидуальных элементов в смеси РЗЭ.
2. Определение примесей в соединениях урана.

### Раздел 3.

**Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 1 вопрос (10 баллов) и 1 задачу (20 баллов)**

69. Виды хроматографии: ситовая, молекулярная и хемосорбционная хроматография.
70. Режим хроматографических процессов: фронтальная, проявительная (элюентная) и вытеснительная хроматография.
71. Основные параметры хроматографического опыта: время удерживания, удерживаемый объем и их связь с коэффициентом распределения.
72. Разрешение. Зависимость разрешения от эффективности, селективности и коэффициента емкости колонки.

73. Силикагели. Получение и свойства. Методы модификации.
74. Основные требования к жидким фазам.
75. Полимерные пористые адсорбенты.
76. Классификация жидких фаз.
77. Капиллярные колонки. Типы основные характеристики.
78. Структура пор и удерживание различных веществ.
79. Селективность жидких фаз.

Пример задачи:

При хроматографировании метана и этана на колонке длиной 1 м получены следующие данные: Время удерживания метана 10 мин ширина на полувысоте 22 с ширина на базовой линии 35 с; селективность 1,1. Мертвое время считать как отношение длины колонки к линейной скорости.

Как изменится степень разделения при увеличении скорости потока в два раза?

Справочные данные:

Зависимость ВЭТТ от скорости потока:

|                |      |      |      |      |      |      |
|----------------|------|------|------|------|------|------|
| Скорость, см/с | 5    | 12   | 24   | 35   | 48   | 58   |
| ВЭТТ, мм       | 0,32 | 0,22 | 0,41 | 0,55 | 0,78 | 1,05 |

**Пример контрольной работы № 4.**

Билет № 1

1. Определение хроматографического метода. Основные принципы метода. Классификация по агрегатному состоянию фаз, механизму разделения, способу осуществления хроматографического процесса.
2. При хроматографировании метана и этана на колонке длиной 1 м получены следующие данные: Время удерживания метана 10 мин ширина на полувысоте 22 с ширина на базовой линии 35 с; селективность 1,1. Мертвое время считать как отношение длины колонки к линейной скорости.

Как изменится степень разделения при увеличении скорости потока в два раза?

Справочные данные:

Зависимость ВЭТТ от скорости потока:

|                |      |      |      |      |      |      |
|----------------|------|------|------|------|------|------|
| Скорость, см/с | 5    | 12   | 24   | 35   | 48   | 58   |
| ВЭТТ, мм       | 0,32 | 0,22 | 0,41 | 0,55 | 0,78 | 1,05 |

**Примеры вопросов к контрольной работе № 5. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 теоретических вопроса по 15 баллов за вопрос.**

1. Типы ВЭЖХ.
2. Подготовка растворителей для ВЭЖХ.
3. Сорбенты в ТСХ и ВЭЖХ.
4. Определение положения и концентрации компонентов при ТСХ.
5. Преимущества двухмерной хроматографии перед простой одномерной бумажной или ТСХ.
6. Достоинства и недостатки ионообменной хроматографии.
7. Спектрофотометрическое детектирование в ВЭЖХ. Схема детектора, преимущества и недостатки.
8. Электрохимический детектор. Схема детектора, преимущества и недостатки.

9. Детектор по электропроводности. Схема детектора, преимущества и недостатки.
10. Основные реакции в дериватизации.
11. Требования для реакции дериватизации.
12. Подвижные фазы в ЖХ. Основные характеристики (вязкость, пропускание, элюирующая способность).
13. Ионизация электронным ударом. Основы метода.
14. Ионизация электроспрея. Основы метода.
15. Типичные способы использования ТФЭ.
16. Химическая ионизация. Основы метода.
17. Полевая ионизация. Основы метода.
18. Ионизация электрораспылением. Основы метода.
19. Фотоионизация при атмосферном давлении. Основы метода.
20. Информация получаемая при хромато-масс-спектрометрии.
21. Анализаторы в масс-спектрометрии.
22. Магнитный секторный масс-спектрометр.
23. Электростатический анализатор.
24. Двухфокусный секторный масс-спектрометр.
25. Масс-спектрометрия высокого разрешения. Основы метода.
26. Масс-спектрометрия с преобразованиями Фурье
27. Квадрупольный анализатор.
28. Ионная ловушка.
29. Времяпролетный анализатор.
30. Метод масс-спектрального распада органических соединений в режиме электронной ионизации.
31. Масс-спектральный распад. Физические основы метода.
32. Основные правила и подходы к интерпретации масс-спектров.
33. Метод масс-фрагментографии и режим мониторинга заданных ионов.
34. Понятие метастабильные ионы и принципы их образования.

### Пример контрольной работы № 5.

Билет № 1

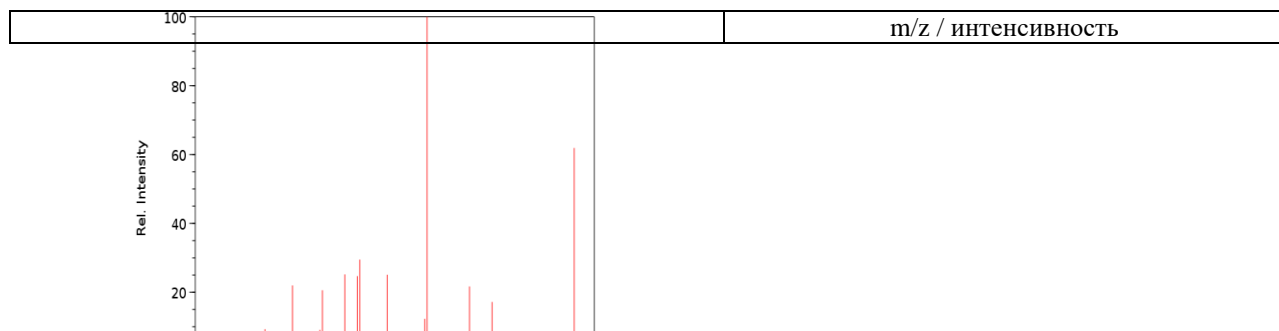
1. Типы ВЭЖХ.
2. Масс-спектрометрия с преобразованиями Фурье.

### 8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен в 9 семестре)

**Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса (1 теоретический вопрос и задача), по 20 баллов за каждый вопрос.**

#### Пример задачи:

Среди продуктов облучения, которые могут содержать атомы углерода, водорода, азота, хлора, брома, серы и кремния был обнаружен продукт с масс-спектральными характеристиками приведенными ниже. Определите возможную молекулярную формулу.



|  |         |         |          |          |
|--|---------|---------|----------|----------|
|  | 75/299  | 76/399  | 77/2509  | 78/389   |
|  | 79/50   | 80/149  | 81/30    | 82/60    |
|  | 83/50   | 84/60   | 86/10    | 87/30    |
|  | 88/30   | 89/20   | 90/109   | 91/439   |
|  | 92/1229 | 93/9999 | 94/719   | 95/30    |
|  | 96/50   | 97/99   | 98/20    | 99/20    |
|  | 103/60  | 104/219 | 105/30   | 107/20   |
|  | 108/90  | 109/519 | 110/2169 | 111/179  |
|  | 112/109 | 117/20  | 118/379  | 119/1719 |
|  | 120/179 | 122/70  | 123/40   | 124/219  |
|  | 125/70  | 126/10  | 133/20   | 134/30   |
|  | 135/239 | 136/109 | 137/20   | 149/20   |
|  | 150/40  | 151/639 | 152/6189 | 153/619  |
|  | 154/309 | 155/40  |          |          |

#### Примеры вопросов:

1. Определение хроматографического метода. Основные принципы метода. Классификация по агрегатному состоянию фаз, механизму разделения, способу осуществления хроматографического процесса.
2. Теория равновесной хроматографии. Уравнение материального баланса в равновесной теории.
3. Основные параметры хроматографического опыта: время удерживания, удерживаемый объем и их связь с коэффициентом распределения.
4. Влияние формы изотермы на форму хроматографического пика.
5. Понятие ВЭТТ. Влияние на размывание хроматографического пика вихревой диффузии, молекулярной диффузии и сопротивления массопередаче в подвижной и неподвижной фазах. Уравнение Ван-Деемтера.
6. Выбор параметров хроматографического разделения и оптимизация разделения.
7. Факторы, влияющие на размывание зон (вихревая диффузия, молекулярная диффузия, сопротивление массопередачи в подвижной и неподвижной фазах).
8. Преимущества и недостатки адсорбционной хроматографии.
9. Виды адсорбции. Группы сорбатов.
10. Силикагели. Получение и свойства. Методы модификации.
11. Классификация адсорбентов для газовой хроматографии.
12. Преимущества и недостатки газо-жидкостной хроматографии.
13. Методы дериватизации для газовой хроматографии.
14. Дериватизация в хроматографическом анализе.
15. Высокоэффективная жидкостная хроматография.
16. Подбор оптимальной элюирующей силы растворителя в ВЭЖХ.
17. Химическое модифицирование сорбентов.
18. Ионообменная хроматография.
19. Флуориметрическое детектирование в ВЭЖХ. Схема детектора, преимущества и недостатки.
20. Спектрофотометрическое детектирование в ВЭЖХ. Схема детектора, преимущества и недостатки.
21. Детектор рассеянного света. Схема детектора, преимущества и недостатки.
22. Детектор по электропроводности. Схема детектора, преимущества и недостатки.
23. Методы дериватизации для жидкостной хроматографии.
24. Достоинства и недостатки аффинной хроматографии.
25. Тонкослойная хроматография – основы метода, преимущества и недостатки.
26. Подвижные фазы в ЖХ. Основные характеристики (вязкость, пропускание, элюирующая способность).

#### **8.4. Структура и примеры билетов для экзамена**



Экзамен по дисциплине «Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики» проводится в 9 семестре и включает контрольные вопросы по разделу 3 рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 2 вопросов, относящихся к указанному разделу. Ответы на вопросы билета оцениваются из максимальной оценки 40 баллов, по 20 баллов за каждый вопрос.

Пример билета для экзамена:

| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. каф. ХВЭиРЭ</p> <hr/> <p>Э.П. Магомедбеков</p> <p>«__» _____ 20 г.</p>   | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>  |            |            |           |          |          |           |          |          |           |           |           |           |          |           |          |           |          |            |          |           |          |          |          |            |          |           |          |          |         |  |
|--|---|------------|------------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|------------|----------|-----------|----------|----------|----------|------------|----------|-----------|----------|----------|---------|--|
|  | <b>Российский химико-технологический университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b>  |            |            |           |          |          |           |          |          |           |           |           |           |          |           |          |           |          |            |          |           |          |          |          |            |          |           |          |          |         |  |
|  | <b>Кафедра химии высоких энергий и радиозологии</b>   |            |            |           |          |          |           |          |          |           |           |           |           |          |           |          |           |          |            |          |           |          |          |          |            |          |           |          |          |         |  |
|  | <b>18.05.02 Химическая технология материалов современной<br/>энергетики</b><br><b>Дисциплина «Методы аналитического контроля в<br/>производстве материалов современной энергетики»</b><br><b>9 семестр</b>  |            |            |           |          |          |           |          |          |           |           |           |           |          |           |          |           |          |            |          |           |          |          |          |            |          |           |          |          |         |  |
| <b>Экзаменационный билет № 1</b>   |   |            |            |           |          |          |           |          |          |           |           |           |           |          |           |          |           |          |            |          |           |          |          |          |            |          |           |          |          |         |  |
| <p><b>3. Факторы, влияющие на размывание зон (вихревая диффузия, молекулярная диффузия, сопротивление массопередачи в подвижной и неподвижной фазах).</b></p> <p><b>4. Среди продуктов облучения, которые могут содержать атомы углерода, водорода, кислорода, азота, хлора, брома, серы и кремния, был обнаружен продукт с масс-спектральными характеристиками, приведенными ниже. Определите возможную молекулярную формулу.</b></p> |   |            |            |           |          |          |           |          |          |           |           |           |           |          |           |          |           |          |            |          |           |          |          |          |            |          |           |          |          |         |  |
|  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>m/z / инт.</th> <th>m/z / инт.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>44 / 1870</td><td>73 / 291</td></tr> <tr><td>47 / 180</td><td>74 / 1050</td></tr> <tr><td>49 / 431</td><td>75 / 665</td></tr> <tr><td>50 / 3329</td><td>76 / 1029</td></tr> <tr><td>51 / 5801</td><td>77 / 9999</td></tr> <tr><td>52 / 846</td><td>78 / 1234</td></tr> <tr><td>53 / 154</td><td>103 / 396</td></tr> <tr><td>61 / 155</td><td>105 / 9045</td></tr> <tr><td>62 / 186</td><td>106 / 672</td></tr> <tr><td>63 / 196</td><td>107 / 50</td></tr> <tr><td>64 / 105</td><td>121 / 6751</td></tr> <tr><td>65 / 266</td><td>122 / 545</td></tr> <tr><td>66 / 102</td><td>123 / 20</td></tr> <tr><td>72 / 34</td><td></td></tr> </tbody> </table> | m/z / инт. | m/z / инт. | 44 / 1870 | 73 / 291 | 47 / 180 | 74 / 1050 | 49 / 431 | 75 / 665 | 50 / 3329 | 76 / 1029 | 51 / 5801 | 77 / 9999 | 52 / 846 | 78 / 1234 | 53 / 154 | 103 / 396 | 61 / 155 | 105 / 9045 | 62 / 186 | 106 / 672 | 63 / 196 | 107 / 50 | 64 / 105 | 121 / 6751 | 65 / 266 | 122 / 545 | 66 / 102 | 123 / 20 | 72 / 34 |  |
|  | m/z / инт.  | m/z / инт. |            |           |          |          |           |          |          |           |           |           |           |          |           |          |           |          |            |          |           |          |          |          |            |          |           |          |          |         |  |
|  | 44 / 1870   | 73 / 291   |            |           |          |          |           |          |          |           |           |           |           |          |           |          |           |          |            |          |           |          |          |          |            |          |           |          |          |         |  |
|  | 47 / 180  | 74 / 1050  |            |           |          |          |           |          |          |           |           |           |           |          |           |          |           |          |            |          |           |          |          |          |            |          |           |          |          |         |  |
|  | 49 / 431  | 75 / 665   |            |           |          |          |           |          |          |           |           |           |           |          |           |          |           |          |            |          |           |          |          |          |            |          |           |          |          |         |  |
|  | 50 / 3329   | 76 / 1029  |            |           |          |          |           |          |          |           |           |           |           |          |           |          |           |          |            |          |           |          |          |          |            |          |           |          |          |         |  |
|  | 51 / 5801   | 77 / 9999  |            |           |          |          |           |          |          |           |           |           |           |          |           |          |           |          |            |          |           |          |          |          |            |          |           |          |          |         |  |
|  | 52 / 846  | 78 / 1234  |            |           |          |          |           |          |          |           |           |           |           |          |           |          |           |          |            |          |           |          |          |          |            |          |           |          |          |         |  |
|  | 53 / 154  | 103 / 396  |            |           |          |          |           |          |          |           |           |           |           |          |           |          |           |          |            |          |           |          |          |          |            |          |           |          |          |         |  |
|  | 61 / 155  | 105 / 9045 |            |           |          |          |           |          |          |           |           |           |           |          |           |          |           |          |            |          |           |          |          |          |            |          |           |          |          |         |  |
|  | 62 / 186  | 106 / 672  |            |           |          |          |           |          |          |           |           |           |           |          |           |          |           |          |            |          |           |          |          |          |            |          |           |          |          |         |  |
|  | 63 / 196  | 107 / 50   |            |           |          |          |           |          |          |           |           |           |           |          |           |          |           |          |            |          |           |          |          |          |            |          |           |          |          |         |  |
|  | 64 / 105  | 121 / 6751 |            |           |          |          |           |          |          |           |           |           |           |          |           |          |           |          |            |          |           |          |          |          |            |          |           |          |          |         |  |
|  | 65 / 266  | 122 / 545  |            |           |          |          |           |          |          |           |           |           |           |          |           |          |           |          |            |          |           |          |          |          |            |          |           |          |          |         |  |
| 66 / 102   | 123 / 20  |            |            |           |          |          |           |          |          |           |           |           |           |          |           |          |           |          |            |          |           |          |          |          |            |          |           |          |          |         |  |
| 72 / 34  |   |            |            |           |          |          |           |          |          |           |           |           |           |          |           |          |           |          |            |          |           |          |          |          |            |          |           |          |          |         |  |

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

## 9 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1 Рекомендуемая литература

#### Раздел 1

##### А) Основная литература:

1. Статистическая обработка результатов анализа изотопов и особо чистых веществ физико-химическими методами: учебно-методическое пособие / сост. И.Л. Растунова. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. 40 с..
2. Жаворонкова К.Н., Магомедбеков Э.П., Розенкевич М.Б., Растунова И.Л., Чередниченко С.А. Физико-химические методы анализа изотопов и особо чистых веществ: Лабораторный практикум: учеб. пособие М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2015. 198 с.
3. Масс-спектрометрия и хромато-масс-спектральный анализ: учеб. пособие / Винарский В.А., Юрченко Р.А., Коваленко А.Е., Кузовлев В.Ю., Гладырев В.В.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. 152 с..
4. Розенкевич М.Б., Недумова Е.С. Немасс-спектрометрические методы анализа стабильных изотопов. М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева. 1984, 48 с.

##### Б) Дополнительная литература:

1. Мюллер Г., Майерсбергер К., Шпринц Х. Специальные методы анализа стабильных изотопов. М.: Атомиздат, 1974. 416 с.
2. Розенкевич М.Б., Шалыгин В.А. Методы анализа особо чистых веществ: учеб. пособие. М.:РХТУ им. Д.И. Менделеева, 1995. 80 с.
3. Отто М. Современные методы аналитической химии в 2 тт. : Пер.с нем.. М.: Техносфера, Т. 1 2003. 412 с. Т. 2. 2003. 281 с.

#### Раздел 2

##### А) Основная литература:

1. Петров Б.И., Леснов А.Е. Современное состояние экстракционного метода; Учеб. пособие. СПб.: Лань. 2018. 356 с. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/103065> (дата обращения: 04.02.2020).
2. Аналитическая химия. Методы идентификации и определения веществ : учебник Под редакцией Л. Н. Москвина. Санкт-Петербург: Лань, 2019. 584 с. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/112067> (дата обращения: 04.02.2020).

##### Б) Дополнительная литература:

1. Практическое руководство по аналитической химии редких элементов / А.И. Бусев, В.Г. Типцова, В.М. Иванов. М: Химия, 1966. 410 с.
2. Морачевский Ю.В., Церковицкая И.А. Основы аналитической химии редких элементов.- Л.: ЛГУ, 1980. 220 с.
3. Марков В.К. и др. Уран. Методы его определения. М: Атомиздат, 1964. 362 с.
4. Полуэктов Н.С. Мешкова С.Б., Полуэктова Е.Н. Аналитическая химия лития. М.: Наука, 1975. 203 с.

5. Рябчиков Д. И., Рябухин В. А. Аналитическая химия редкоземельных элементов и иттрия. М.: Наука, 1966. 380 с.
6. ГОСТ 2386.0-79-ГОСТ 23862.36-79. Редкоземельные металлы и их окиси. Методы анализа. М.: Изд-во стандартов, 1986. 391 с.
7. Елинсон С.В., Петров К.И. Аналитическая химия циркония и гафния. М.: Наука, 1965. 239 с.
8. Гибало И.М. Аналитическая химия ниобия и тантала. М.: Наука. 1967. 352 с.

### Раздел 3

#### А) Основная литература:

1. Масс-спектрометрия и хромато-масс-спектральный анализ: учеб. пособие / Винарский В.А., Юрченко Р.А., Коваленко А.Е., Кузовлев В.Ю., Гладырев В.В... М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. 152 с.
2. Аналитическая химия. Методы идентификации и определения веществ : учебник Под редакцией Л. Н. Москвина. Санкт-Петербург: Лань, 2019. 584 с. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/112067> (дата обращения: 04.02.2020).

#### Б) Дополнительная литература:

1. Аналитическая химия. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа: Учебник / Под ред. Л.Н. Москвина. СПб.: Лань. 2019. 332 с. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/113899> (дата обращения: 04.02.2020)
2. Золотов Ю.А., Иванов В.М., Амелин В.Г. Химические тест-методы анализа. М.: Едиториал УРСС, 2002. 302 с
3. Садек П. Растворители для ВЭЖХ. / Пер. с англ. А.А. Горбатенко и Е.И. Ревинной. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 704с.
4. Другов Ю. С., Родин А. А.. Пробоподготовка в экологическом анализе : практическое руководство - 3-е изд. доп. и перераб. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 855 с.
5. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия в органической химии: учеб. пособие для обучающихся вузов, обучающихся по специализации 011004 Органическая химия . М.: Бином. Лаб. знаний, 2003 .,493 с.(с. 475-489).
6. Энгельгард Х. Жидкостная хроматография при высоких давлениях. М.: Мир, 1980. 245 с.
7. Шпигун О.А., Золотов Ю.А. Ионная хроматография. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1990. 194 с.
8. Березкин В.Г., Бочков А.С. Количественная тонкослойная хроматография. М.: Наука, 1980. 245 с.
9. Хроматографический анализ окружающей среды / Под ред. В.Г. Березкина. М.: Химия, 1979. 230 с.
10. Стыскин Е.Л., Ициксон Л.Б., Брауде Е.В. Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография. М.:Химия, 1986. 288 с.
11. Амелин В.Г. Аналитическая химия. Методические указания к лабораторным работам. Владимир: Изд-во ВлГУ. 1998.
12. Айвазов Б.В. Основы газовой хроматографии. М.: Высшая школа, 1977. 150 с.
13. Основы аналитической химии. В 2-х кн. /Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк., 2005.
14. Основы аналитической химии. Практическое руководство. Учебное пособие для вузов. /Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк., 2001. 463 с.

## 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

.Научно-технические журналы:

32. Журнал аналитической химии. ISSN 0044-4502.
33. Журнал «Альманах современной метрологии». ISSN 2313-8068.
34. Журнал «Аналитика». ISSN 2227-572X
35. Журнал «Аналитика и контроль». ISSN 2073-1442
36. Журнал «Сорбционные и хроматографические процессы». ISSN 1680-0613
37. Журнал «Заводская лаборатория. Диагностика материалов». ISSN 1028-6861

## 9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций;
- инструкции по выполнению лабораторных работ;
- раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины.

При переходе на электронное обучение (ЭО) и дистанционные образовательные технологий (ДОТ) для реализации рабочей программы применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения дисциплины:

- электронная информационно-образовательная среда РХТУ (ЭИОС);
- сервисы по доставке e-mail сообщений;
- платформа для проведения онлайн конференций и вебинаров – Zoom (<https://zoom.us>).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 04.02.2020).

- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/94/91/6/67> (дата обращения: 04.02.2020).

- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 04.02.2020).

При освоении дисциплины обучающиеся должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 04.02.2020).
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 04.02.2020).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 04.02.2020).

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося по программе специалитета направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики» включает 3 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных и электронных научно-информационных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

Каждый раздел включает в себя лекционные и практические занятия. При подготовке к практическим занятиям и контрольным точкам обучающийся должен руководствоваться следующими основными принципами:

- сочетание в работе, с одной стороны, общепризнанных теоретических и практических положений и сведений, с другой – результатов новейших разработок в области технологии материалов современной энергетики;
- творческий аналитический подход к собранным материалам, исключающий их простое перечисление и изложение.

При организации самостоятельной работы обучающемуся следует уделять внимание работе с информационными ресурсами – учебной, научно-технической, справочной и патентной литературой, ресурсами Интернета. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета.

Совокупная оценка текущей работы рейтинговой системой оценки знаний.

Оценка текущей работы студента специалитета в 7 семестре (раздел 1) складывается из оценок за три контрольные работы (максимальная оценка за первую контрольную работу - 20 баллов, за вторую и третью – по 40 баллов за каждую). Максимальная оценка в семестре 100 баллов (зачет).

Максимальная оценка текущей работы в 8 семестре (раздел 2) складывается из оценок за три коллоквиума (максимальная оценка за первый и второй коллоквиумы – по 30 баллов каждый, за третий – 40 баллов). Максимальная оценка в семестре 100 баллов (зачет).

Максимальная оценка текущей работы в 9 семестре (раздел 3) составляет 60 баллов и складывается из результатов выполнения двух контрольных работ (№ 4, 5), максимальная оценка за контрольные работы составляет 30 баллов за каждую. В соответствии с учебным планом изучение дисциплины в 9 семестре завершается итоговым контролем в форме экзамена. Максимальная оценка экзамена составляет 40 баллов.

### **10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем

дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1, либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### **11.1. Для преподавателей, при реализации программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Дисциплина «Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики» изучается в 7, 8 и 9 семестрах специалитета.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что обучающиеся по программе специалитета имеют общую подготовку по общенаучным, общеинженерным дисциплинам и основным профессиональным дисциплинам специальности в объеме, предусмотренном учебным планом, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал дисциплины должен опираться на полученные знания и быть ориентирован их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями. Учитывая, что при изучении предшествующей дисциплины «Физико-химические методы анализа» обучающиеся получили базовые знания в области основ наиболее важных инструментальных методов анализа, в рамках данного курса необходимо уделять внимание специфике применения того или иного метода для решения конкретной задачи анализа материалов современной энергетики. Обучение может быть организовано как в виде традиционных лекций и практических занятий, так и научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться взаимосвязь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине «Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики», является формирование у обучающихся широкого кругозора и эрудиции в области теоретических основ и специфики реализуемых на практике методов анализа материалов современной энергетики, понимания важности аналитического контроля для выявления проблемных мест современных технологических процессов и путей разрешения проблемных ситуаций.

При изложении материала раздела 1 «Физико-химические методы анализа изотопов и особо чистых веществ» необходимо акцентировать внимание обучающихся на специфические особенности анализа стабильных изотопов и особо чистых веществ как экстремальных видов анализа. В подразделе 1.1 следует обратить особое внимание на важность метрологических характеристик методов анализа применительно к рассматриваемому кругу проблем. Важной составляющей раздела является приобретение обучающимися практических навыков статистической обработки результатов анализа как необходимой составляющей их дальнейшей научной и производственной деятельности. Вследствие этого материал данного раздела рекомендуется проводить в основном в виде практических занятий с решением различных типовых задач, встречающихся на практике. В подразделе 1.2 рассматриваются вопросы анализа веществ ОСЧ и основное внимание уделяется определению содержания микропримесей в них. В данном разделе необходимо акцентировать внимание на величины предела обнаружения различных методов как основной метрологической характеристики данных видов анализа. Также следует обратить внимание на стадию предварительного концентрирования микропримесей и сформировать у обучающегося основных представлений об особенностях применения

различных методов как стадии пробоподготовки. При рассмотрении отдельных методов необходимо уделять особое внимание современным достижениям в области анализа веществ ОСЧ. В подразделе 1.3 рассматриваются специфические приемы анализа изотопного состава веществ с использованием масс-спектрометрических, спектральных и других методов. Следует обратить особое внимание на природу возникновения изотопических эффектов, их величины и возможность их использования для проведения анализа изотопного состава различных веществ.

При изложении материала раздела 2 «Физико-химические методы анализа редких и рассеянных элементов» преподаватель должен учитывать, что обучающиеся 4 курса, начинающие изучение дисциплины, не имеют подготовки по химии и технологии редких элементов. В связи с этим материал дисциплины должен быть ориентирован на особенности составления схем анализа, выбора методов анализа, предварительной подготовки проб, содержащих редкие металлы. На занятиях должна прослеживаться связь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом, а также со специальными дисциплинами профиля, к изучению которых обучающиеся приступят в дальнейшем. Преподаватель должен акцентировать внимание обучающихся на методах аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики с выявлением его специфики для ряда технологических процессов. В подразделе 2.1 следует обратить особое внимание на основные принципы и методы анализа редких и рассеянных элементов. В подразделе 2.2 рассматриваются основы минералогических исследований редких и рассеянных элементов. Подраздел 2.3 дает обучающимся представление об особенностях аналитического определения редких металлов.

Раздел 3 «Хроматография и хромато-масс-спектрометрия в анализе материалов современной энергетики» направлен на изучение современных хроматографических и масс-спектрометрических методов как современных способов анализа, использующихся в том числе в области радиационной химии. При изложении материала следует уделять особое внимание общности и специфике процессов хроматографического и масс-спектрометрического анализа материалов современной энергетики. В подразделе 3.1 следует остановиться на истории возникновения и особенностях хроматографических методов анализа, рассмотреть вопросы газовой хроматографии, теоретические основы метода и аналитическое оборудование, а также уделить внимание вопросам высокоэффективной жидкостной хроматографии. Подраздел 3.2 следует посвятить изучению масс-спектрометрических методов анализа и современного оборудования. В каждом подразделе раздела 3 следует акцентировать внимание обучающихся на особенностях, достоинствах и недостатках используемых методов анализа, выявить основные недостатки и проблемы.

При проведении практических занятий следует обращаться к знаниям обучающихся, полученным ими при изучении предшествующих дисциплин, задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем, а также поощрять выступления с места в виде кратких дополнений и постановки вопросов выступающим и преподавателю.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий является широкое использование иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Иллюстративный материал включает презентации по разделам дисциплины, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать обучающимся проработку дополнительной литературы по тематике занятия, организуя ее обсуждение на практических занятиях, формирует у обучающихся навык к самостоятельной работе с разнообразными литературными источниками.

## **11.2. Для преподавателей, при реализации программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; лабораторные работы, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; онлайн консультации по курсовому проектированию; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается) и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;

- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

## **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2020 составляет 1 715 452 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

### **Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения**

| № | Электронный ресурс | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), | Характеристика библиотечного фонда, доступ |
|---|--------------------|---|--|
|---|--------------------|---|--|



|   |  | ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей  | к которому предоставляется договором   |
|---|--|--|--|
| 1 | Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ»   | <p>Принадлежность - сторонняя<br/>Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г.<br/>Сумма договора – 642 083-68<br/>Срок действия с «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Дополнительный Договор № 33.03-Р-3.1-2217/2020 от 02.03.2020 г.<br/>Сумма договора- 30 994-52<br/>Срок действия с «02» марта 2020 г. по «25» сентября 2020 г.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br/>Сумма договора – 747 661-28<br/>Срок действия Договора с «26» сентября 2020г. по «25» сентября 2021г.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.<br/>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p> | <p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки"-изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика»-изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент»- изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> |
| 2 | Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис») | <p>Принадлежность – собственная РХТУ.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a><br/>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера</p>   | <p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>  |
| 3 | Информационно-справочная система   | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Реквизиты контракта – ООО</p>   | <p>Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более</p>   |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
|   | «ТЕХЭКСПЕРТ»<br>«Нормы, правила, стандарты России». | «ИНФОРМПРОЕКТ»,<br>контракт № 189-2647А/2019<br>От 09.01.2020 г.<br>Сумма договора – 601110-00<br>С «01» января.2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт ЭБС –<br><a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a><br>Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.                                | 40000 национальных стандартов и др. НТД  |
| 4 | Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ).       | Принадлежность – сторонняя<br>Реквизиты договора – ФГБУ РГБ,<br>Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br>Сумма договора - 398 840-00<br>С «16» марта 2020 г.<br>по «15» марта 2021 г.<br>Ссылка на сайт ЭБС –<br><a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a><br>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.  | В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки:<br>с 1998 года – по специальностям:<br>"Экономические науки",<br>"Юридические науки",<br>"Педагогические науки" и<br>"Психологические науки";<br>с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации;<br>с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации. |
| 5 | БД ВИНТИ РАН  | Принадлежность сторонняя,<br>Реквизиты договора- ВИНТИ РАН<br>Договор № 33.03-Р-3.1-2047/2019<br>от 25 февраля 2020 г.<br>Сумма договора - 100 000-00<br>С «25» февраля 2020 г.<br>по «24 » февраля 2021 г.<br>Ссылка на сайт-<br><a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a><br>Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ. | Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов   |

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
| 6 | <p>Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»</p> | <p>Принадлежность – сторонняя<br/> Реквизиты договора –<br/> ООО Научная электронная библиотека,<br/> договор № 33.03-Р-3.1 2087/2019<br/> Сумма договора – 1100017-00<br/> С «01» января 2020 г.<br/> по «31» декабря 2020 г.<br/> Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | <p>Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.</p> |
| 7 | <p>Справочно-правовая система «Консультант+»</p>   | <p>Принадлежность сторонняя-<br/> Договор № 174-247ЭА/2019 от 26.12.2019 г.<br/> Сумма договора - 927 029-80<br/> С «01» января 2020 г.<br/> по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт-<br/> <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>  | <p>Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.</p>   |
| 8 | <p>Справочно-правовая система Гарант»</p>          | <p>Принадлежность сторонняя<br/> Договор №166-235ЭА/2019 от 23.12.2019 г.<br/> Сумма договора - 603 949-84</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/> по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>   | <p>Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.</p>  |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 9  | Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"   | <p>Принадлежность сторонняя- «Электронное издательство ЮРАЙТ»<br/> Договор № 33.03-Р-3.1-220/2020 от 16.03.2020 г.</p> <p>Сумма договора - 324 000-00</p> <p>С «16» марта 2020 г.<br/> по «15» марта 2021 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> | <p>Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.</p> |
| 10 | Электронно-библиотечная система «Консультант студента» | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «Политехресурс»<br/> Договор № 33.03-Р-3.1-218/2020 От «16» марта 2020 г.</p> <p>Сумма договора-36 500-00</p> <p>С «17» марта 2020 г.<br/> по «16» марта 2021 г</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>        | <p>Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».</p>  |
| 11 | Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»          | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «ЗНАНИУМ»,<br/> Договор № 4309 эбс 33.03-Р-3.1-2215/2020 от «20» марта 2020 г.<br/> Сумма договора-30 000-00</p> <p>С «20» марта 2020 г.<br/> по «19» марта 2021г</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>                      | <p>Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.</p>  |

|    |   |  |   |
|----|---|--|---|
| 12 | Информационно-аналитическая система Science Index | <p>Принадлежность сторонняя- ООО «Научная электронная библиотека»<br/> Договор № SIO-364/19 33.03-P-3.1-2103/2019<br/> от «17» февраля 2020 г.<br/> Сумма договора-90 000-00<br/> Срок действия с «17» февраля 2020 г. по «16» февраля 2021 г.<br/> Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ</p>   | Дистанционная поддержка публикационной активности преподавателей университета   |
| 13 | Издательство Wiley                                | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/> Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 694</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации.</p> | Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.  |
| 14 | QUESTEL ORBIT                                     | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/> Информационное письмо РФФИ от 09.10.2020 г. № 1162</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/> Ссылка на сайт – <a href="https://orbit.com">https://orbit.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>   | ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов. |
| 15 | American Chemical Society                         | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/> Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 637</p>   | Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society   |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
|    |   | <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа:<br/><a href="https://pubs.acs.org/page/remotaccess">https://pubs.acs.org/page/remotaccess</a></p>  |   |
| 16 | База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 10.07.2020 г. № 712</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ.</p>   | <p>Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза.<br/>Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.</p> |
| 17 | Ресурсы международной компании Clarivate Analytics                | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 692</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ.</p> | <p>Открыт доступ к ресурсам:<br/>WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных.<br/>MEDLINE – реферативная база данных по медицине.</p>  |
| 18 | Электронные   | Принадлежность сторонняя.   | - Полнотекстовая  |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
|    | <p>ресурсы<br/>издательства<br/>SpringerNature</p>                               | <p>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от<br/>17.07.2020 г. № 743</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт<br/><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a><br/>Количество ключей - доступ для<br/>пользователей РХТУ по ip-адресам<br/>неограничен. Возможен удаленный<br/>доступ.</p> | <p>коллекция электронных<br/>журналов Springer по<br/>различным отраслям знаний<br/>(2019 г.)<br/><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a><br/>- Полнотекстовая коллекция<br/>журналов (архив 1893-1945)<br/><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a><br/>- Полнотекстовые 85<br/>журналов Nature Publishing<br/>Group<br/><a href="https://www.nature.com/siteindex/index.html">https://www.nature.com/siteindex/index.html</a><br/>- Коллекция научных<br/>протоколов по различным<br/>отраслям знаний Springer<br/>Protocols<br/><a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a><br/>- Коллекция научных<br/>материалов в области<br/>физических наук и<br/>инжиниринга Springer<br/>Materials (The Landolt-<br/>Bornstein Database)<br/><a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a><br/>- Полный доступ к<br/>статическим и динамическим<br/>справочным изданиям по<br/>любой теме<br/>- Реферативная база<br/>данных по чистой и<br/>прикладной математике<br/>zbMATH <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a><br/>- Nano Database<br/><a href="https://goo.gl/PdhJdo">https://goo.gl/PdhJdo</a><br/>- Полнотекстовая коллекция<br/>книг издательства<br/>SpringerNature по различным<br/>отраслям знаний (2019 г.)<br/><a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a></p> |
| 19 | <p>База данных<br/>SciFinder<br/>компания<br/>Chemical Abstracts<br/>Service</p> | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от<br/>25.06.2020 г. № 635<br/>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a></p>   | <p>SciFinder — поисковый<br/>сервис, обеспечивающий<br/>многоаспектный поиск как<br/>библиографической<br/>информации, так и<br/>информации по химическим<br/>реакциям, структурным<br/>соединениям и патентам.</p>   |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
|    |  | Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.   | Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.   |
| 20 | Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 772<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a><br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.<br>Удаленный доступ.   | «Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов.<br><br>«Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук.<br>Доступ к архивам 2015-2019 гг. |
| 21 | American Institute of Physics (AIP)                        | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 № 1188<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://scitation.aip.org">http://scitation.aip.org</a><br><br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.scitation.org/remote-access">https://www.scitation.org/remote-access</a> | Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP).  |
| 22 | Scopus   | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.   | Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER  |



|    |   |   |  |
|----|---|---|--|
|    |   | Ссылка на сайт –<br><a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a> .<br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Удаленный доступ.  |  |
| 23 | Royal Society of Chemistry<br>(Королевское химическое общество) | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a><br>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Настройка удаленного доступа:<br><a href="https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access">https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access</a> | Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии. |

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов:

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

41. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>

Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

42. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>

В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

43. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>

База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

44. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

45. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

46. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>

Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

47. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>

ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

48. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>

PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

49. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>

Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.

50. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>

Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru) Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

### 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающихся.

### 13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для обучающихся, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

### 13.2. Учебно-наглядные пособия:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

### 13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### 13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

### 13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---|--|
| 1     | Неисключительная лицензия на использование Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprise<br>В составе:<br>17) В составе Microsoft Office Professional Plus 2019:<br>• Word<br>• Excel<br>• Power Point<br>• Outlook<br>• OneNote<br>• Access<br>• Publisher<br>• InfoPath<br>18) Microsoft | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 657 комплектов.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907<br>Каждый комплект включает:<br>1) Лицензию на комплекс для создания презентаций, электронных текстов и таблиц, обработки баз данных Microsoft Office.<br>2) Лицензию для подключения пользователей к серверным системам Microsoft:<br>• Exchange Server Standard,<br>• Exchange Server Enterprise,<br>• SharePoint Server, | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии |
|-------|--|---------------------------------------|--|----------------------------------|
|       | Core CAL<br><br>19) Microsoft Windows Upgrade  |                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skype для бизнеса Server,</li> <li>• Windows MultiPoint Server Premium,</li> <li>• Windows Server Standard,</li> <li>• Windows Server Data Center</li> </ul> 3) Лицензию на обновление операционной системы для рабочих станций Windows 10. Дополнительно на ВУЗ предоставляется право на использование 1 (одной) лицензии средств разработки в рамках учебных компьютеров одного технического, естественнонаучного факультета (кафедры) и предоставления студентам для целей обучения Azure Dev Tools for Teaching. Количество активаций неограниченно в рамках подразделения. |                                  |
| 2     | Неисключительная лицензия на использование Учебный Комплект Компас-3D v18 на 50 мест. Проектирование и конструирование в машиностроении, лицензия. | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2 лицензии на учебный комплект программного обеспечения для проектирования и конструирования в машиностроении, рассчитанные на активацию на 50 мест каждая.  | бессрочно                        |
| 3     | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (одна) сетевая лицензия на 200 пользователей   | бессрочно                        |

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|---------------------------------------|---|--|
|       | Users   |                                       |   |  |
| 4     | Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition Legalization GetGenuine Legalization  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 150 лицензий. Соглашение Microsoft OLV № V6159937   | бессрочно  |
| 5     | Неисключительная лицензия на использование SysCtrDatactrCore ALNG LicSAPk OLVS 16License E 1Y AcademicEdition Additional Product CoreLic<br>Предоставляет право на использование продуктов Microsoft: Configuration Manager Data Protection Manager Endpoint Protection Operations Manager Orchestrator Service Manager Virtual Machine Manager | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (один) комплект, включающий 16 (шестнадцать) лицензий для активации на 16 (шестнадцати) физических процессорных ядрах. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|---|--|--|---|
| 6     | <p>Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP</p> <p>Приложения в составе подписки:<br/>Outlook<br/>OneDrive<br/>Word<br/>Excel<br/>PowerPoint<br/>Microsoft Teams</p>       | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа.<br/>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 7.    | <p>Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft</p> <p>Приложения в составе подписки:<br/>Outlook<br/>OneDrive<br/>Word<br/>Excel<br/>PowerPoint<br/>Microsoft Teams</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>26280 лицензий для студентов ВУЗа.<br/>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p>                             | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 8.    | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License</p> <p>По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования</p>     | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах</p>  | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий                         | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---|--|
|       | (конечных точек)   |                                       |   |  |
| 9.    | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 20 лицензий для виртуальных и облачных сред | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 10.   | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов                           | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2000 лицензий для почтовых серверов         | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

#### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов   | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки   |
|---|---|--|
| <b>Раздел 1. Физико-химические методы анализа изотопов и особо чистых веществ</b> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- специфику проведения анализа материалов современной энергетики с учетом предварительной подготовки пробы и мешающих факторов;</li> <li>- теоретические основы, области применения, возможности, ограничения использования каждого метода для анализа материалов современной энергетики.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> | <p>Оценка за контрольную работу № 1 (7 семестр).</p> <p>Оценка за контрольную работу № 2 (7 семестр).</p> <p>Оценка за контрольную работу № 3 (7 семестр).</p> |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять выбор оптимального метода для решения конкретной задачи определения состава вещества при анализе материалов современной энергетики;</li> <li>- проводить расчет состава анализируемого вещества при использовании различных методов с учетом специфики анализа материалов современной энергетики</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками статистической обработки результатов анализа с учетом специфики предварительной подготовки пробы, случайной и систематической приборной погрешности, области определяемых концентраций;</li> <li>- навыками определения и учета факторов, вносящих основной вклад в погрешность анализа;</li> <li>- методами проведения эксперимента с применением современной научной аппаратуры, анализа и обработки результатов эксперимента.</li> </ul>   |   |
| <p><b>Раздел 2.</b><br/> <b>Физико-химические методы анализа редких и рассеянных элементов</b></p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- специфику проведения анализа материалов современной энергетики с учетом предварительной подготовки пробы и мешающих факторов;</li> <li>- теоретические основы, области применения, возможности, ограничения использования каждого метода для анализа материалов современной энергетики.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять выбор оптимального метода для решения конкретной задачи определения состава вещества при анализе материалов современной энергетики;</li> <li>- проводить расчет состава анализируемого вещества при использовании различных методов с учетом специфики анализа материалов современной энергетики</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками определения и учета факторов, вносящих основной вклад в погрешность анализа;</li> <li>- методами проведения эксперимента с</li> </ul> | <p>Оценка за коллоквиум № 1 (8 семестр).</p> <p>Оценка за коллоквиум № 2 (8 семестр).</p> <p>Оценка за коллоквиум № 3 (8 семестр).</p> <p>Оценка за экзамен (8 семестр)</p> |



|   |  |  |
|---|--|--|
|   | применением современной научной аппаратуры, анализа и обработки результатов эксперимента.  |  |
| <b>Раздел 3.<br/>Хроматография и хромато-масс-спектрометрия в анализе материалов современной энергетики</b> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- специфику проведения анализа материалов современной энергетики с учетом предварительной подготовки пробы и мешающих факторов;</li> <li>- теоретические основы, области применения, возможности, ограничения использования каждого метода для анализа материалов современной энергетики.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять выбор оптимального метода для решения конкретной задачи определения состава вещества при анализе материалов современной энергетики;</li> <li>- проводить расчет состава анализируемого вещества при использовании различных методов с учетом специфики анализа материалов современной энергетики</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками определения и учета факторов, вносящих основной вклад в погрешность анализа;</li> <li>- методами проведения эксперимента с применением современной научной аппаратуры, анализа и обработки результатов эксперимента.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу № 4 (9 семестр).</p> <p>Оценка за контрольную работу № 5 (9 семестр).</p> <p>Оценка за экзамен (9 семестр)</p> |

## **15 . ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

1. Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

2. Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

3. Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного

процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05ВН).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
«Методы аналитического контроля в производстве материалов  
современной энергетики»**

основной образовательной программы

**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

код и наименование направления подготовки (специальности)

**специализации:**

**№ 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла»**

**№ 2 «Технология разделения и применение изотопов»**

**№ 3 «Технология теплоносителей и радиозащита ядерных энергетических  
установок»**

**№ 5 «Радиационная химия и радиационное материаловедение»**

наименование ООП

Форма обучения: очная

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения                          |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
| 2.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
| 3.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
| 4.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«ЭКОНОМИКА ЯДЕРНОЙ ОТРАСЛИ»**

**Специальность 18.05.02 – Химическая технология материалов  
современной энергетики**

**Квалификация «инженер»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2020 г.**

Программа составлена:

к.х.н., доцентом, доцентом кафедры химии высоких энергий и радиэкологии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева, О.М. Клименко

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии высоких энергий  
и радиэкологии «21» апреля 2020 г., протокол № 9

## СОДЕРЖАНИЕ

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | Цели и задачи дисциплины   | 4  |
| 2.    | Требования к результатам освоения дисциплины   | 4  |
| 3.    | Объем дисциплины и виды учебной работы   | 5  |
| 4.    | Содержание дисциплины  | 6  |
| 4.1.  | Разделы дисциплины и виды занятий  | 6  |
| 4.2.  | Содержание разделов дисциплины   | 6  |
| 5.    | Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины  | 7  |
| 6.    | Практические и лабораторные занятия  | 8  |
| 6.1.  | Практические занятия. Примерные темы практических занятий по дисциплине  | 8  |
| 6.2.  | Лабораторные занятия   | 8  |
| 7.    | Самостоятельная работа   | 8  |
| 8.    | Примеры оценочных средств для контроля освоения дисциплины   | 9  |
| 8.1.  | Примерная тематика реферативно-аналитической работы  | 9  |
| 8.2.  | Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины   | 9  |
| 8.3.  | Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (10 семестр – экзамен)  | 10 |
| 8.4.  | Структура и примеры билетов для экзамена   | 12 |
| 9.    | Учебно-методическое обеспечение дисциплины   | 12 |
| 9.1.  | Рекомендуемая литература   | 12 |
| 9.2.  | Рекомендуемые источники научно-технической информации  | 13 |
| 9.3.  | Средства обеспечения освоения дисциплины   | 13 |
| 10.   | Методические указания для обучающихся  | 14 |
| 10.1. | Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                | 14 |
| 10.2. | Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                 | 14 |
| 11.   | Методические указания для преподавателей   | 14 |
| 11.1. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий | 14 |
| 11.2. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий  | 15 |
| 12.   | Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе  | 16 |
| 13.   | Материально-техническое обеспечение дисциплины   | 26 |
| 13.1. | Оборудование, необходимое в образовательном процессе:  | 26 |
| 13.2. | Учебно-наглядные пособия   | 26 |
| 13.3. | Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства  | 26 |
| 13.4. | Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы  | 26 |
| 13.5. | Перечень лицензионного программного обеспечения  | 27 |
| 14.   | Требования к оценке качества освоения программы  | 31 |
| 15.   | Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья                                 | 32 |

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химии высоких энергий и радиоэкологии РХТУ им. Д.И.Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Экономика ядерной отрасли» относится к дисциплинам базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)» обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области основ ядерной физики и дозиметрии, технологии основных материалов современной энергетики, основ радиационной безопасности, основ экономики.

**Цель дисциплины** – сформировать у обучающихся основные представления об особенностях экономических аспектов основных предприятий и технологических переделов ядерного топливного цикла.

**Задачи дисциплины** - ознакомить обучающихся с основными технологиями ядерного топливного цикла (ЯТЦ), их влиянием на технические и экономические показатели АЭС, методами расчета цены ядерного топлива, основами ценообразования в энергетике, основами управления проектами, основами анализа конкурентоспособности атомной энергетики в сравнении с традиционной и альтернативной энергетикой.

Дисциплина «Экономика ядерной отрасли» преподается в 10 семестре. Контроль успеваемости обучающихся ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Экономика ядерной отрасли» при подготовке инженеров по специальности 18.05.02 – «Химическая технология материалов современной энергетики» (специализации: № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», № 2 «Технология разделения и применение изотопов», № 3 «Технология теплоносителей и радиоэкология ядерных энергетических установок», № 5 «Радиационная химия и радиационное материаловедение») направлено на приобретение выпускниками следующих общекультурных и профессиональных компетенций:

### **Общекультурные компетенции:**

- способность к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-7);
- способность находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готовность нести за них ответственность (ОК-8).

### **Профессиональные компетенции:**

- способность к организации работы подчиненных (ПК-13);
- способность к оценке последствий принимаемых организационно-управленческих решений и их оптимизации (ПК-14)
- способность к составлению и анализу бизнес-планов разработки и внедрения новых технологических процессов, обращения с объектами профессиональной деятельности, выпуска и реализации конкурентно способной продукции (ПК-17)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

### **знать:**

- тенденции в себестоимости электроэнергии, полученной на электростанциях разных типов;
- основы производства заготовок и изделий из конструкционных материалов

- вклад различных факторов в себестоимость электроэнергии на АЭС.
- уметь:**
- проводить анализ экономической эффективности действующих и строящихся АЭС;
  - проводить технико-экономический анализ организации производства основных материалов и аппаратов;
  - проводить расчет себестоимости электроэнергии на АЭС.
- владеть:**
- оценкой последствий принимаемых организационно-управленческих решений и их оптимизации;
  - проведением экономических расчетов.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                                    | Зачетных единиц | Акад. час. |
|--|-----------------|------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>3</b>        | <b>108</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>0,9</b>      | <b>32</b>  |
| Лекции   | 0,45            | 16         |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 0,45            | 16         |
| Лабораторные занятия (ЛЗ)                              | -               | -          |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                    | <b>1,1</b>      | <b>40</b>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           | 1,1             | 40         |
| <b>Виды контроля:</b>                                  |                 |            |
| <b>Экзамен</b>   | <b>1</b>        | <b>36</b>  |
| Контактная работа – промежуточная аттестация           |                 | 0,4        |
| Подготовка к экзамену                                  | 1               | 35,6       |
| <b>Вид итогового контроля</b>                          | <b>Экзамен</b>  |            |

| Виды учебной работы                                    | Зачетных единиц | Астр. час. |
|--|-----------------|------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>3</b>        | <b>81</b>  |
| <b>Контактная работа (КР):</b>                         | <b>0,9</b>      | <b>24</b>  |
| Лекции   | 0,45            | 12         |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 0,45            | 12         |
| Лабораторные занятия (ЛЗ)                              | -               | -          |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                    | <b>1,1</b>      | <b>30</b>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           | 1,1             | 30         |
| <b>Виды контроля:</b>                                  |                 |            |
| <b>Экзамен</b>   | <b>1</b>        | <b>27</b>  |
| Контактная работа – промежуточная аттестация           |                 | 0,3        |
| Подготовка к экзамену                                  | 1               | 26,7       |
| <b>Вид итогового контроля</b>                          | <b>Экзамен</b>  |            |



## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

| №<br>п/п | Раздел дисциплины   | Часы академич. |           |                     |                   |
|----------|---|----------------|-----------|---------------------|-------------------|
|          |   | Всего          | Лекции    | Практич.<br>занятия | Самост.<br>работа |
|          | <b>Раздел 1. Энергетика и АЭС</b>   | <b>20</b>      | <b>4</b>  | <b>6</b>            | <b>10</b>         |
|          | Введение.   | 4              | -         | 2                   | 2                 |
| 1.1      | Энергетический сектор экономики.  | 4              | 2         | -                   | 2                 |
| 1.2      | Роль атомных станций в энергетике России и мира.                            | 4              | -         | 2                   | 2                 |
| 1.3      | Обзор ядерно-топливного цикла РФ.   | 4              | 2         | -                   | 2                 |
| 1.4      | Ядерные мощности на действующих и строящихся ядерных энергоблоках.          | 4              | -         | 2                   | 2                 |
|          | <b>Раздел 2. Структура экономики АЭС</b>                                    | <b>20</b>      | <b>6</b>  | <b>4</b>            | <b>10</b>         |
| 2.1.     | Существующие модели реакторов. Топливо и его виды.                          | 4              | 2         | -                   | 2                 |
| 2.2      | Специфика технологии и определяемой ею экономики основных стадий ЯТЦ.       | 4              | -         | 2                   | 2                 |
| 2.3      | Основные показатели ядерной экономики.                                      | 4              | 2         | -                   | 2                 |
| 2.4      | Себестоимость ядерной энергии, постоянные и переменные затраты.             | 4              | -         | 2                   | 2                 |
| 2.5      | Пути снижения затрат ЯТЦ. Сравнение затрат различных реакторов              | 4              | 2         | -                   | 2                 |
|          | <b>Раздел 3. Стоимость ядерной энергии</b>                                  | <b>32</b>      | <b>6</b>  | <b>6</b>            | <b>20</b>         |
| 3.1      | Эксплуатационные затраты реакторов. Вывод АЭС из эксплуатации.              | 4              | 2         | -                   | 2                 |
| 3.2      | Стоимость ядерной энергии. Государственные субсидии.                        | 6              | -         | 2                   | 4                 |
| 3.3      | Страхование и ответственность. Расчет себестоимости ядерной энергии на ВВР. | 4              | 2         | -                   | 2                 |
| 3.4      | Расчет прибыли от эксплуатации АЭС.   | 6              | -         | 2                   | 4                 |
| 3.5      | Расчет затрат на создание АЭС. Расчет затрат на вывод из эксплуатации АЭС.  | 6              | -         | 2                   | 4                 |
| 3.6      | Затраты на утилизацию отходов. Сроки окупаемости ядерной энергии.           | 6              | 2         | -                   | 4                 |
|          | Всего   | <b>72</b>      | <b>16</b> | <b>16</b>           | <b>40</b>         |
|          | Экзамен   | <b>36</b>      |           |                     |                   |
|          | <b>ИТОГО</b>  | <b>108</b>     |           |                     |                   |

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

#### Раздел 1. Энергетика и АЭС

Энергетический сектор экономики. Роль атомных станций в энергетике России и мира. Обзор ядерно-топливного цикла РФ. Ядерные мощности на действующих и строящихся ядерных энергоблоках.

## Раздел 2. Структура экономики АЭС

Существующие модели реакторов. Топливо и её виды. Специфика технологии и определяемой ею экономики основных стадий ЯТЦ. Основные показатели ядерной экономики. Себестоимость ядерной энергии, постоянные и переменные затраты. Пути снижения затрат ЯТЦ. Сравнение затрат различных реакторов.

## Раздел 3. Стоимость ядерной энергии

Эксплуатационные затраты реакторов. Вывод АЭС из эксплуатации. Стоимость ядерной энергии. Государственные субсидии. Страхование и ответственность. Расчет себестоимости ядерной энергии на ВВР. Расчет затрат на создание АЭС. Расчет прибыли от эксплуатации АЭС. Расчет затрат на вывод из эксплуатации АЭС. Затраты на утилизацию отходов. Сроки окупаемости ядерной энергии.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:   | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 |
|--|--|----------|----------|----------|
|  | <b>Знать:</b>  |          |          |          |
| 1  | – тенденции в себестоимости электроэнергии, полученной на электростанция разных типов              | +        | +        | +        |
| 2  | – основы производства заготовок и изделий из конструкционных материалов                            |          | +        | +        |
| 3  | – вклад различных факторов в себестоимость электроэнергии на АЭС                                   |          | +        | +        |
|  | <b>Уметь:</b>  |          |          |          |
| 4  | – проводить анализ экономической эффективности действующих и строящихся АЭС;                       | +        | +        | +        |
| 5  | – проводить технико-экономический анализ организации производства основных материалов и аппаратов; | +        | +        | +        |
| 6  | – проводить расчет себестоимости электроэнергии на АЭС;  |          | +        | +        |
|  | <b>Владеть:</b>  |          |          |          |
| 7  | – оценкой последствий принимаемых организационно-управленческих решений и их оптимизации;          |          | +        | +        |
| 8  | – проведением экономических расчетов   |          | +        | +        |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен приобрести следующие <b>компетенции:</b> |  |          |          |          |
|  | <b>Общекультурные:</b>   |          |          |          |
| 9  | – способность к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-7);                                |          |          |          |
| 10   | – способность находить организационно-управленческие решения в                                     |          |          |          |

|    |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|
|    | нестандартных ситуациях и готовность нести за них ответственность (ОК-8);  |  |  |  |
|    | <b>Профессиональные:</b>   |  |  |  |
| 11 | – способность к организации работы подчиненных (ПК-13);  |  |  |  |
| 12 | – способность к оценке последствий принимаемых организационно-управленческих решений и их оптимизации (ПК-14);   |  |  |  |
| 13 | – способность к составлению и анализу бизнес-планов разработки и внедрения новых технологических процессов, обращения с объектами профессиональной деятельности, выпуска и реализации конкурентно способной продукции (ПК-17). |  |  |  |

## **6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ**

### **6.1 Практические занятия**

#### **Примерные темы практических занятий по дисциплине.**

Предусмотрены практические занятия обучающегося в объеме 16 акад. ч. (в разделах 1 и 3 - по 6 час., в разделе 2 - 4 часа)

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий  | Часы |
|-------|----------------------|--|------|
|       | <b>Раздел 1</b>      |  | 6    |
| 1     | 1.1                  | Энергетический сектор экономики.   | 2    |
| 2     | 1.2                  | Роль атомных станций в энергетике России и мира.                           | 2    |
| 3     | 1.4                  | Расчет ядерных мощностей на действующих и строящихся ядерных энергоблоках. | 4    |
|       | <b>Раздел 2</b>      |  | 4    |
| 4     | 2.1                  | Особенности ядерного топлива и его использование в атомной энергетике.     | 2    |
| 5     | 2.4                  | Расчет себестоимости ядерной энергии, постоянные и переменные затраты      | 2    |
|       | <b>Раздел 3</b>      |  | 6    |
| 6     | 3.2                  | Расчет стоимости ядерной энергии   | 2    |
| 7     | 3.4                  | Расчет прибыли от эксплуатации АЭС.  | 2    |
| 8     | 3.5                  | Расчет затрат на создание и вывод из эксплуатации АЭС.                     | 2    |

### **6.2. Лабораторные занятия**

Лабораторные занятия по дисциплине программой не предусмотрены.

## **7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

Рабочей программой дисциплины «Экономика ядерной отрасли» предусмотрена самостоятельная работа обучающегося в специалитете в объеме 40 часов, плюс 36 ч подготовка к экзамену. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала и подготовку к контролю по разделам дисциплины;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- подготовку к контрольным работам по дисциплине;
- подготовку к экзамену.

## **8 ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1 Примерная тематика реферативно-аналитической работы.**

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

### **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Текущий контроль освоения дисциплины в 10 семестре включает в себя 2 контрольных работы. Максимальная оценка за каждую контрольную работу составляет 30 баллов. Максимальная оценка за текущий контроль освоения дисциплины в семестре составляет 60 баллов.

#### **Примеры вопросов к контрольным работам**

##### **Примеры вопросов к контрольной работе № 1 (разделы 1 и 2).**

Максимальная оценка – 30 баллов. Билет контрольной работы содержит 2 вопроса, максимальная оценка за вопросы 1 и 2 – 15 баллов каждый.

1. Структура топливно-энергетического комплекса, роль ядерной энергетики.
2. Современное состояние и перспективы развития АЭС в России и мире.
3. Особенности ядерной энергетики по сравнению с ТЭС на органическом топливе.
4. Система ядерной энергетики как часть топливно-энергетического комплекса страны.
5. Направления развития АЭС.
6. Атомное теплоснабжение.
7. Структура ядерно-топливного цикла.
8. Существующие модели реакторов.
9. Основные свойства ядерного топлива.
10. Возможность повторного использования ядерного топлива.
11. Ресурсная обеспеченность ядерной энергетики.
12. Топливные циклы АЭС с реакторами на тепловых нейтронах.
13. Топливные циклы АЭС с регенерацией облученного топлива.
14. Топливные циклы АЭС с реакторами на быстрых нейтронах.

15. Основные производственные фонды в ядерной энергетике.
16. Структура производственных фондов АЭС.
17. Показатели эффективности использования основных фондов АЭС.
18. Оценка стоимости основных фондов.
19. Капиталовложения в оборотные фонды АЭС и их особенности.
20. Амортизационные отчисления на реновацию и капитальный ремонт. Износ основных фондов АЭС.
21. Правила и нормы проектирования, строительства и эксплуатации АЭС.
22. Структура капитальных вложений при строительстве АЭС.
23. Учет фактора времени в технико-экономических расчетах.
24. Показатели общей экономической эффективности капитальных вложений
25. Критерии и методы оценки сравнительной экономической эффективности АЭС.

### **Пример задания к контрольной работе № 1**

#### **Вариант 1**

1. Структура топливно-энергетического комплекса, роль ядерной энергетики.
2. Капиталовложения в оборотные фонды АЭС и их особенности.

### **Примеры вопросов к контрольной работе № 2 (раздел 3).**

Максимальная оценка работы 30 баллов. Билет контрольной работы содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос– 15 баллов.

1. Особенности определения себестоимости энергии на АЭС.
2. Структура себестоимости энергии в энергетике.
3. Состав и структура эксплуатационных затрат на АЭС.
4. Удельные затраты на топливо ЯТЦ.
5. Топливная составляющая себестоимости энергии.
6. Особенности расчета фактической топливной составляющей на АЭС.
7. Расчет постоянных затрат на АЭС и их влияние на себестоимость энергии.
8. Структура организации АЭС.
9. Управление эксплуатацией АЭС.
10. Расчет потребности реакторного блока АЭС в уране на весь срок службы.
11. Экономика химической переработки отработавшего топлива.
12. Расчет цены на электрическую и тепловую энергию на АЭС.
13. Расчет тарифов на потребляемую энергию для промышленных предприятий.
14. Балансовая, расчетная и чистая прибыль при производстве энергии на АЭС.
15. Схема движения средств, получаемых и затрачиваемых на производство энергии на АЭС и распределение балансовой прибыли.
16. Общая рентабельность производства энергии на АЭС и расчетная рентабельность производственных фондов.
17. Актуальность повышения эффективности топливоиспользования в реакторах на тепловых нейтронах.
18. Особенности экономики различных стадий ядерно-топливного цикла реакторов на тепловых нейтронах.
19. Влияние глубокого извлечения урана-235 при обогащении урана на экономику ЯТЦ.
20. Перспективы и экономические прогнозы использования реакторов-размножителей в ядерной энергетике.

### **Пример задания к контрольной работе № 2**

#### **Вариант 3**

1. Топливная составляющая себестоимости энергии.

2. Схема движения средств, получаемых и затрачиваемых на производство энергии на АЭС и распределение балансовой прибыли.

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины**

**( 10 семестр – экзамен).**

**Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса по 20 баллов каждый.**

#### **Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины**

1. Структура топливно-энергетического комплекса, роль ядерной энергетики.
2. Современное состояние и перспективы развития АЭС в России и мире.
3. Особенности ядерной энергетики по сравнению с ТЭС на органическом топливе.
4. Система ядерной энергетики как часть топливно-энергетического комплекса страны.
5. Направления развития АЭС.
6. Атомное теплоснабжение.
7. Структура ядерно-топливного цикла.
8. Существующие модели реакторов.
9. Основные свойства ядерного топлива.
10. Возможность повторного использования ядерного топлива.
11. Ресурсная обеспеченность ядерной энергетики.
12. Топливные циклы АЭС с реакторами на тепловых нейтронах.
13. Топливные циклы АЭС с регенерацией облученного топлива.
14. Топливные циклы АЭС с реакторами на быстрых нейтронах.
15. Основные производственные фонды в ядерной энергетике.
16. Структура производственных фондов АЭС.
17. Показатели эффективности использования основных фондов АЭС.
18. Оценка стоимости основных фондов.
19. Капиталовложения в оборотные фонды АЭС и их особенности.
20. Амортизационные отчисления на реновацию и капитальный ремонт. Износ основных фондов АЭС.
21. Правила и нормы проектирования, строительства и эксплуатации АЭС.
22. Структура капитальных вложений при строительстве АЭС.
23. Учет фактора времени в технико-экономических расчетах.
24. Показатели общей экономической эффективности капитальных вложений
25. Критерии и методы оценки сравнительной экономической эффективности АЭС.
26. Особенности определения себестоимости энергии на АЭС.
27. Структура себестоимости энергии в энергетике.
28. Состав и структура эксплуатационных затрат на АЭС.
29. Удельные затраты на топливо ЯТЦ.
30. Топливная составляющая себестоимости энергии.
31. Особенности расчета фактической топливной составляющей на АЭС.
32. Расчет постоянных затрат на АЭС и их влияние на себестоимость энергии.
33. Структура организации АЭС.
34. Управление эксплуатацией АЭС.
35. Расчет потребности реакторного блока АЭС в уране на весь срок службы.
36. Экономика химической переработки отработавшего топлива.
37. Расчет цены на электрическую и тепловую энергию на АЭС.
38. Расчет тарифов на потребляемую энергию для промышленных предприятий.
39. Балансовая, расчетная и чистая прибыль при производстве энергии на АЭС.

40. Схема движения средств, получаемых и затрачиваемых на производство энергии на АЭС и распределение балансовой прибыли.
41. Общая рентабельность производства энергии на АЭС и расчетная рентабельность производственных фондов.
42. Актуальность повышения эффективности топливоиспользования в реакторах на тепловых нейтронах.
43. Особенности экономики различных стадий ядерно-топливного цикла реакторов на тепловых нейтронах.
44. Влияние глубокого извлечения урана-235 при обогащении урана на экономику ЯТЦ.
45. Перспективы и экономические прогнозы использования реакторов-размножителей в ядерной энергетике.
46. Какой критерий может быть использован для выбора оптимальных технических решений в условиях рыночной экономики?
47. Перечислите основные критерии для отбора вариантов технических решений в условиях плановой экономики.
48. Сформулируйте условия энергетической сопоставимости вариантов технических решений (например, АЭС и КЭС).
49. Российский ядерный страховой пул.
50. Экономические меры обеспечения безопасности населения при работе предприятий ЯТЦ.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### **8.4. Структура и примеры билетов для экзамена**

Экзамен по дисциплине «Экономика ядерной отрасли» проводится в 10 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1,2 и 3 учебной программы дисциплины. Ответы на вопросы билета оцениваются из максимальной оценки 40 баллов.

Пример билета для экзамена:

|  |  |
|--|--|
| <p style="text-align: center;"><i>«Утверждаю»</i><br/>Зав. каф. ХВЭиРЭ</p> <hr style="width: 80%; margin: 10px auto;"/> <p style="text-align: center;">Э.П.Магомедбеков<br/>«__» _____ 20__ г.</p> | <p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b><br/><b>Российский химико-технологический университет</b><br/><b>им. Д.И. Менделеева</b></p> <p><b>Кафедра химии высоких энергий и радиоэкологии</b><br/><b>18.05.02 Химическая технология материалов</b><br/><b>современной энергетики</b><br/><b>Дисциплина «Экономика ядерной отрасли»</b><br/><b>10 семестр</b></p> |
| <p><b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № <u>    1    </u></b></p> <p>1. Структура ядерно-топливного цикла.<br/>2. Экономика химической переработки отработавшего топлива.</p>                                 |  |

## **9 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1 Рекомендуемая литература**

#### **А) Основная литература:**

1. Артюгина, И. М. Экономика ядерной энергетики : учебное пособие. СПб : СПбГПУ, 2016. 156 с. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/89811> (дата обращения: 04.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **Б) Дополнительная литература:**

1. Синев Н.М. Экономика ядерной энергетики: Основы технологии и экономики ядерного топлива. Экономика АЭС. - М. : Энергоатомиздат, 1987. 480 с.
2. Экономика предприятия : учебник / Ред. Н.А. Сафронов. - М. : Юристь, 1998. 584 с
3. Экономическая теория : учебник для вузов / ред. Камаев В.Д. М. : Владос, 2003. 640 с
4. Путилов А.В., Чепрняховская Ю.В. Коммерциализация технологий и промышленные инновации: Учеб. пособие. . СПб.: Изд-во Лань. 2018. 324 с. Электронный ресурс: <https://e.lanbook.com/reader/book/110937> (дата обращения 04.02.2020)
5. Экономика, организация, управление природными и техногенными ресурсами: учебное пособие. / Под. ред. А.А. Кобякова и В.А.Харченко. М.: Горная книга. 2012. 752 с. Электронный ресурс: <https://e.lanbook.com/reader/book/74397> (дата обращения 04.02.2020)

### **9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Научно-технические журналы

1. Журнал «Атомная энергия». ISSN 0004-7163
2. Журнал «Ядерная и радиоационная безопасность». ISSN 2218-8665
3. Журнал «Бюллетень по атомной энергии». ISSN 1811-7864
4. Журнал «Экономика атомной отрасли»
5. Журнал «Экономика XXI века: инновации, инвестиции, образование» ISSN 2308-4936
6. Журнал «Инновационный менеджмент» ISSN 2077-3218

### **9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций;
- раздаточный иллюстративный материал к лекциям;
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины.

При переходе на электронное обучение (ЭО) и дистанционные образовательные технологий (ДОТ) для реализации рабочей программы применяются: следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения дисциплины:

- электронная информационно-образовательная среда РХТУ (ЭИОС);
- сервисы по доставке e-mail сообщений;
- платформа для проведения онлайн конференций и вебинаров – Zoom (<https://zoom.us>).



Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

– Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 04.02.2020).

– Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/94/91/6/67> (дата обращения: 04.02.2020).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 04.02.2020).

При освоении дисциплины обучающиеся должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 04.02.2020).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 04.02.2020).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 04.02.2020).

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в специалитете направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «Экономика ядерной отрасли» включает 3 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

Рабочая программа дисциплины «Экономика ядерной отрасли» включает в себя лекционные и практические занятия. При подготовке к практическим занятиям и контрольным точкам обучающийся должен руководствоваться следующими основными принципами: сочетание в работе, с одной стороны, общепризнанных теоретических и практических положений и сведений, с другой – результатов новейших разработок в области экономики ядерной отрасли.

Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет 60 баллов и складывается из результатов выполнения 3 контрольных работ. Максимальная оценка за

контрольные работы составляет 20 баллов за каждую. В соответствии с учебным планом, изучение дисциплины завершается итоговым контролем в форме экзамена. Максимальная оценка экзамена составляет 40 баллов. Совокупная максимальная оценка работы обучающегося в 10 семестре составляет 100 баллов.

#### **10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1, либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### **11.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Дисциплина «Экономика ядерной отрасли» изучается в 10 семестре специалитета.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что обучающиеся имеют общую подготовку по общенаучным, общеинженерным дисциплинам и основным профессиональным дисциплинам профиля, в объеме, предусмотренном учебным планом специалитета, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал дисциплины должен опираться на полученные знания и быть ориентирован их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями. Обучение может быть организовано как в виде традиционных лекций и практических занятий, так и в форме научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений. При проведении практических занятий следует обращаться к знаниям обучающихся, полученным ими при изучении предшествующих дисциплин.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Экономика ядерной отрасли», является формирование у обучающихся компетенций в области экономики ядерно-энергетического комплекса. Преподаватель должен акцентировать внимание обучающихся на изучение экономических аспектов основных предприятий и технологических переделов ядерного топливного цикла, включая добычу урана, производство топлива, выработку энергии на АЭС, обращение с облученным ядерным топливом и радиоактивными отходами. При выборе материала для занятий желательно обращаться к опыту ведущих зарубежных и отечественных научно-исследовательских центров, использовать их научные, информационные и рекламные материалы и проводить их сравнительный анализ.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по дисциплине является широкое использование иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Иллюстративный материал включает презентации по разделам дисциплины, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать обучающимся проработку дополнительной литературы по тематике занятия, организуя ее обсуждение на практических занятиях, формирует у обучающихся навык к самостоятельной работе с разнообразными литературными источниками.

### **11.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; лабораторные работы, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; онлайн консультации по курсовому проектированию; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается, и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

## **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2020 составляет 1 715 452 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

### **Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения**

| № | Электронный ресурс | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором |
|---|--------------------|---|---|
|---|--------------------|---|---|

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| 1 | <p>Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ»</p>   | <p>Принадлежность - сторонняя<br/>Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г.<br/>Сумма договора – 642 083-68<br/>Срок действия с «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Дополнительный Договор № 33.03-Р-3.1-2217/2020 от 02.03.2020 г.<br/>Сумма договора- 30 994-52<br/>Срок действия с «02» марта 2020 г. по «25» сентября 2020 г.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br/>Сумма договора – 747 661-28<br/>Срок действия Договора с «26» сентября 2020г. по «25» сентября 2021г.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.<br/>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p> | <p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки"-изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика»-изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент»- изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> |
| 2 | <p>Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)</p> | <p>Принадлежность – собственная РХТУ.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a><br/>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера</p>   | <p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>  |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 3 | Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России». | Принадлежность сторонняя.<br>Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 189-2647А/2019 От 09.01.2020 г.<br>Сумма договора – 601110-00 С «01» января.2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a><br>Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ. | Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД   |
| 4 | Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ).                                     | Принадлежность – сторонняя<br>Реквизиты договора – ФГБУ РГБ, Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br>Сумма договора - 398 840-00 С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a><br>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.   | В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации. |
| 5 | БД ВИНТИ РАН  | Принадлежность сторонняя,<br>Реквизиты договора- ВИНТИ РАН<br>Договор № 33.03-Р-3.1-2047/2019 от 25 февраля 2020 г.<br>Сумма договора - 100 000-00 С «25» февраля 2020 г. по «24 » февраля 2021 г.<br>Ссылка на сайт- <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a><br>Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.                      | Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов  |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 6 | Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru» | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Реквизиты договора –<br/>ООО Научная электронная библиотека,<br/>договор № 33.03-Р-3.1<br/>2087/2019<br/>Сумма договора – 1100017-00<br/>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | <p>Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.</p> |
| 7 | Справочно-правовая система «Консультант+»   | <p>Принадлежность сторонняя-<br/>Договор № 174-247ЭА/2019 от 26.12.2019 г.<br/>Сумма договора - 927 029-80<br/>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>  | Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.  |
| 8 | Справочно-правовая система Гарант»          | <p>Принадлежность сторонняя<br/>Договор №166-235ЭА/2019 от 23.12.2019 г.<br/>Сумма договора - 603 949-84</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>  | Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.   |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
| 9  | Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"   | <p>Принадлежность сторонняя-«Электронное издательство ЮРАЙТ»<br/>Договор № 33.03-Р-3.1-220/2020 от 16.03.2020 г.</p> <p>Сумма договора - 324 000-00</p> <p>С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> | Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов. |
| 10 | Электронно-библиотечная система «Консультант студента» | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «Политехресурс»<br/>Договор № 33.03-Р-3.1-218/2020 От «16» марта 2020 г.</p> <p>Сумма договора-36 500-00</p> <p>С «17» марта 2020 г. по «16» марта 2021 г</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>       | Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».  |



|    |   |   |  |
|----|---|---|--|
| 11 | Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»     | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «ЗНАНИУМ»,<br/>Договор № 4309 эбс 33.03-Р-3.1-2215/2020<br/>от «20» марта 2020 г.<br/>Сумма договора-30 000-00</p> <p>С «20» марта 2020 г.<br/>по «19» марта 2021г</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>   | Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.       |
| 12 | Информационно-аналитическая система Science Index | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «Научная электронная библиотека»<br/>Договор № СИО-364/19 33.03-Р-3.1-2103/2019<br/>от «17» февраля 2020 г.<br/>Сумма договора-90 000-00<br/>Срок действия с «17» февраля2020 г.<br/>по «16» февраля 2021 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ</p>   | Дистанционная поддержка публикационной активности преподавателей университета  |
| 13 | Издательство Wiley                                | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 694</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации.</p> | Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др. |

|    |   |  |  |
|----|---|--|--|
| 14 | QUESTEL ORBIT   | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 09.10.2020 г. № 1162</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт – <a href="https://orbit.com">https://orbit.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>   | <p>ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.</p>   |
| 15 | American Chemical Society   | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 637</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа: <a href="https://pubs.acs.org/page/remotaccess">https://pubs.acs.org/page/remotaccess</a></p> | <p>Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society</p>   |
| 16 | База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.07.2020 г. № 712</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ.</p>   | <p>Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза.</p> <p>Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.</p> |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
| 17 | Ресурсы международной компании Clarivate Analytics | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо Минобрнауки от 07.07.2020 г. № 692</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1j2TUymdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1j2TUymdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Удаленный доступ.</p> | <p>Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.</p>  |
| 18 | Электронные ресурсы издательства SpringerNature    | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо Минобрнауки от 17.07.2020 г. № 743</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></li> <li>- Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></li> <li>- Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group <a href="https://www.nature.com/siteindex/index.html">https://www.nature.com/siteindex/index.html</a></li> <li>- Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols <a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a></li> <li>- Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a></li> <li>- Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме</li> <li>- Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH</li> </ul> |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
|    |  |   | <p><a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a><br/>- Nano Database<br/><a href="https://goo.gl/PdhJdo">https://goo.gl/PdhJdo</a><br/>Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a></p>   |
| 19 | База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service  | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 635 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a><br/>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.</p>                     | <p>SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.</p> |
| 20 | Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 772 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a><br/>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.<br/>Удаленный доступ.</p>                  | <p>«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов.<br/>«Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук.<br/>Доступ к архивам 2015-2019 гг.</p>                          |
| 21 | American Institute of Physics (AIP)                        | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 № 1188 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="http://scitation.aip.org">http://scitation.aip.org</a><br/><br/>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа:</p> | <p>Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP).</p>   |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
|    |  | <a href="https://www.scitation.org/remote-access">https://www.scitation.org/remote-access</a>  |  |
| 22 | Scopus   | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a> .<br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Удаленный доступ.   | Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER   |
| 23 | Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество) | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a><br>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access">https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access</a> | Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии. |

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов:

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

51. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>

Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

52. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>

В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

53. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>

База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

54. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

55. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

56. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>

Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

57. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>

ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

58. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>

PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

59. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>

Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.

60. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>

Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru)  
[http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru) Информационные ресурсы ФИПС  
свободного доступа:

-Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.

-Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.

-Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.

-Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

### **13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом, занятия по дисциплине «Экономика ядерной отрасли» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

#### **13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для обучающихся, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

#### **13.2. Учебно-наглядные пособия:**

Учебные пособия по дисциплине; презентации и раздаточный материал к разделам лекций по дисциплине.

#### **13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

#### **13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного материала дисциплины.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам интерактивных лекций; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

### 13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

| №<br>п/п | Наименование<br>программного<br>продукта   | Реквизиты<br>договора<br>поставки            | Количество лицензий   | Срок<br>окончания<br>действия<br>лицензии   |
|----------|--|--|---|---|
| 1        | <p>Неисключительная лицензия на использование Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprise</p> <p>В составе:</p> <p>20) В составе Microsoft Office Professional Plus 2019:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> <p>21) Microsoft Core CAL</p> <p>22) Microsoft Windows Upgrade</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>657 комплектов.</p> <p>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p> <p>Каждый комплект включает:</p> <p>1) Лицензию на комплекс для создания презентаций, электронных текстов и таблиц, обработки баз данных Microsoft Office.</p> <p>2) Лицензию для подключения пользователей к серверным системам Microsoft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exchange Server Standard,</li> <li>• Exchange Server Enterprise,</li> <li>• SharePoint Server,</li> <li>• Skype для бизнеса Server,</li> <li>• Windows MultiPoint Server Premium,</li> <li>• Windows Server Standard,</li> <li>• Windows Server Data Center</li> </ul> <p>3) Лицензию на обновление операционной системы для рабочих станций Windows 10.</p> <p>Дополнительно на ВУЗ предоставляется право на использование 1 (одной) лицензии средств разработки в рамках учебных компьютеров одного технического, естественнонаучного</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |



| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|--|---|--|
|       |   |  | факультета (кафедры) и предоставления студентам для целей обучения Azure Dev Tools for Teaching. Количество активаций неограниченно в рамках подразделения.     |  |
| 2     | Неисключительная лицензия на использование Учебный Комплект Компас-3D v18 на 50 мест. Проектирование и конструирование в машиностроении, лицензия.                            | <b>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</b> | 2 лицензии на учебный комплект программного обеспечения для проектирования и конструирования в машиностроении, рассчитанные на активацию на 50 мест каждая.     | бессрочно  |
| 3     | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users   | <b>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</b> | 1 (одна) сетевая лицензия на 200 пользователей  | бессрочно  |
| 4     | Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition Legalization GetGenuine Legalization  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020        | 150 лицензий. Соглашение Microsoft OLV № V6159937   | бессрочно  |
| 5     | Неисключительная лицензия на использование SysCtrDatactrCore ALNG LicSAPk OLVS 16License E 1Y AcademicEdition Additional Product CoreLic Предоставляет право на использование | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020        | 1 (один) комплект, включающий 16 (шестнадцать) лицензий для активации на 16 (шестнадцати) физических процессорных ядрах. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|---------------------------------------|--|--|
|       | продуктов<br>Microsoft:<br>Configuration Manager<br>Data Protection Manager<br>Endpoint Protection Operations Manager<br>Orchestrator Service Manager<br>Virtual Machine Manager  |                                       |  |  |
| 6     | Неисключительная лицензия на использование<br>O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word<br>Excel<br>PowerPoint<br>Microsoft Teams       | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 7.    | Неисключительная лицензия на использование<br>O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft<br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word<br>Excel<br>PowerPoint<br>Microsoft Teams | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 26280 лицензий для студентов ВУЗа.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907                             | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                         | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|--|---|---|---|
| 8.    | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License</p> <p>По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p>        | <p>1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 9.    | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License</p> <p>По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред</p>     | <p><b>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</b></p> | <p>20 лицензий для виртуальных и облачных сред</p>                | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 10.   | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License</p> <p>По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов</p>                               | <p><b>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</b></p> | <p>2000 лицензий для почтовых серверов</p>                        | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

#### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                                  | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки                               |
|--|--|--|
| <p><b>Раздел 1.</b><br/>Введение. Энергетика и АЭС</p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- тенденции в себестоимости электроэнергии, полученной на электростанциях разных типов;</li> </ul> <p><b>умет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить анализ экономической эффективности действующих и строящихся АЭС;</li> <li>- проводить технико-экономический анализ организации производства основных материалов и аппаратов;</li> </ul>  | <p>Оценка за контрольную работу № 1.<br/>Оценка за экзамен</p> |
| <p><b>Раздел 2.</b><br/>Структура экономики АЭС</p>    | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- тенденции в себестоимости электроэнергии, полученной на электростанция разных типов;</li> <li>- основы производства заготовок и изделий из конструкционных материалов;</li> <li>- вклад различных факторов в себестоимость электроэнергии на АЭС</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить анализ экономической эффективности действующих и строящихся АЭС;</li> <li>- проводить технико-экономический анализ организации производства основных материалов и аппаратов;</li> <li>- проводить расчет себестоимости электроэнергии на АЭС.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценкой последствий принимаемых организационно-управленческих решений и их оптимизации;</li> <li>- проведением экономических расчетов.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу № 1.<br/>Оценка за экзамен</p> |
| <p><b>Раздел 3.</b> Стоимость ядерной энергии</p>      | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- тенденции в себестоимости электроэнергии, полученной на электростанциях разных типов;</li> <li>- основы производства заготовок и изделий из конструкционных материалов;</li> <li>- вклад различных факторов в себестоимость электроэнергии на АЭС</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p>  | <p>Оценка за контрольную работу № 2.<br/>Оценка за экзамен</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить анализ экономической эффективности действующих и строящихся АЭС;</li> <li>- проводить технико-экономический анализ организации производства основных материалов и аппаратов;</li> <li>- проводить расчет себестоимости электроэнергии на АЭС.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценкой последствий принимаемых организационно-управленческих решений и их оптимизации;</li> <li>- проведением экономических расчетов.</li> </ul> |  |
|--|---|--|

### ***15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ***

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**  
**«Экономика ядерной отрасли»**  
**основной образовательной программы**  
**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**  
код и наименование направления подготовки (специальности)

Форма обучения: очная

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения                          |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
| 2.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
| 3.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
| 4.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«ХИМИЯ РЕДКИХ И РАССЕЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ»**

**Специальность 18.05.02 Химическая технология материалов  
современной энергетики**

**Специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного  
топливного цикла»**

**Квалификация «инженер»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2020 г.**



Программа составлена:

д.х.н., профессором кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе РХТУ им. Д.И.Менделеева С.В. Чижевской

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе «10» марта 2020, протокол № 14

## СОДЕРЖАНИЕ

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | Цели и задачи дисциплины   | 4  |
| 2.    | Требования к результатам освоения дисциплины   | 4  |
| 3.    | Объем дисциплины и виды учебной работы   | 5  |
| 4.    | Содержание дисциплины  | 6  |
| 4.1.  | Разделы дисциплины и виды занятий  | 6  |
| 4.2.  | Содержание разделов дисциплины   | 7  |
| 5.    | Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины  | 9  |
| 6.    | Практические и лабораторные занятия  | 10 |
| 6.1.  | Практические занятия. Примерные темы практических занятий по дисциплине  | 10 |
| 6.2.  | Лабораторные занятия   | 11 |
| 7.    | Самостоятельная работа   | 11 |
| 8.    | Примеры оценочных средств для контроля освоения дисциплины   | 11 |
| 8.1.  | Примерная тематика реферативно-аналитической работы  | 11 |
| 8.2.  | Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины   | 11 |
| 8.3.  | Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – экзамен,)  | 16 |
| 8.4.  | Структура и примеры билетов для экзамена   | 18 |
| 9.    | Учебно-методическое обеспечение дисциплины   | 19 |
| 9.1.  | Рекомендуемая литература   | 19 |
| 9.2.  | Рекомендуемые источники научно-технической информации  | 19 |
| 9.3.  | Средства обеспечения освоения дисциплины   | 19 |
| 10.   | Методические указания для обучающихся  | 20 |
| 10.1. | Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                | 20 |
| 10.2. | Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                 | 21 |
| 11.   | Методические указания для преподавателей   | 21 |
| 11.1. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий | 21 |
| 11.2. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий  | 22 |
| 12.   | Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе  | 22 |
| 13.   | Материально-техническое обеспечение дисциплины   | 32 |
| 13.1. | Оборудование, необходимое в образовательном процессе:  | 32 |
| 13.2. | Учебно-наглядные пособия   | 32 |
| 13.3. | Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства  | 33 |
| 13.4. | Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы  | 33 |
| 13.5. | Перечень лицензионного программного обеспечения  | 33 |
| 14.   | Требования к оценке качества освоения программы  | 37 |
| 15.   | Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья                                 | 40 |

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, (специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла»), рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины на кафедре технологии редких элементов и наноматериалов на их основе РХТУ им. Д.И.Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Химия редких и рассеянных элементов» относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области строения вещества, общей, неорганической, аналитической, органической, физической и коллоидной химии.

**Цель дисциплины** – формирование знаний, необходимых для восприятия сложных, зачастую уникальных, процессов и схем, применяемых в технологии редких элементов, осмысленного подхода к их совершенствованию, а также к обоснованию выбора современных химических и физико-химических методов аналитического контроля в производстве редких металлов и их соединений.

**Задачи дисциплины** – сформировать у будущего специалиста ясное понимание роли химии в решении основных задач технологии редких элементов, применяемых для изготовления конструкционных и топливных материалов ядерной энергетики: выделение целевых элементов из природного (техногенного) сырья, в том числе ранее не использовавшегося; отделение основной массы примесных элементов; разделение близких по свойствам редких элементов; концентрирование целевых элементов; тонкая очистка от примесей.

Дисциплина «Химия редких и рассеянных элементов» преподается в 7 семестре. Контроль успеваемости обучающихся ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Химия редких и рассеянных элементов» при подготовке инженера по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация №1 «Химическая технология материалов ядерно-топливного цикла», направлено на приобретение следующих компетенций:

### **Профессиональные компетенции (ПК):**

- способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);

### **Профессионально-специализированные компетенции (ПСК):**

- способность к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

### **Знать:**

- химические основы и специфику основных процессов технологии редких и рассеянных элементов;
- требования к чистоте основных функциональных материалов ЯТЦ и методы очистки от элементов-аналогов и других примесных элементов;
- методы конверсии соединений редких элементов и свойства основных промежуточных и конечных продуктов;

- основные сырьевые источники редких элементов и принципы построения технологических схем их переработки с учетом минералогического и химического составов.

**Уметь:**

- составлять цепочки превращений и технологические схемы переработки редкоземельного сырья с учетом его природы и назначения целевых продуктов;
- обосновать выбор, оптимальные соотношения реагентов и условия проведения процессов переработки минерального, техногенного и вторичного сырья и отходов с получением высокочистых или ядерно-чистых соединений редких элементов.

**Владеть:**

- навыками практического применения знаний об особенностях химии редких и рассеянных элементов для совершенствования известных процессов технологии их выделения и очистки, создания принципиально новых экологически и экономически более совершенных вариантов производства конструкционных и топливных материалов ядерной энергетики.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                                    | В зачетных единицах | В академ. часах |
|--|---------------------|-----------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>5</b>            | <b>180</b>      |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>2,2</b>          | <b>80</b>       |
| Лекции   | 1,3                 | 48              |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 0,9                 | 32              |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                    | <b>1,8</b>          | <b>64</b>       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           | 1,8                 | 64              |
| <b>Виды контроля:</b>                                  |                     |                 |
| <b>Экзамен</b>   | <b>1</b>            | <b>36</b>       |
| Контактная работа – промежуточная аттестация           | 1                   | 0,4             |
| Подготовка к экзамену                                  |                     | 35,6            |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         |                     | <b>экзамен</b>  |

| Виды учебной работы                                    | В зачетных единицах | В астр. часах  |
|--|---------------------|----------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>5</b>            | <b>135</b>     |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>2,2</b>          | <b>60</b>      |
| Лекции   | 1,3                 | 35,1           |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 0,9                 | 24,3           |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                    | <b>1,8</b>          | <b>48</b>      |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           | 1,8                 | 48             |
| <b>Виды контроля:</b>                                  |                     |                |
| <b>Экзамен</b>   | <b>1</b>            | <b>27</b>      |
| Контактная работа – промежуточная аттестация           | 1                   | 0,3            |
| Подготовка к экзамену                                  |                     | 26,7           |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         |                     | <b>экзамен</b> |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п     | Раздел дисциплины  | Академ. часы |           |                |                |
|-----------|--|--------------|-----------|----------------|----------------|
|           |  | Всего        | Лекции    | Практ. занятия | Самост. работа |
|           | <b>Введение.</b>   | <b>5</b>     | <b>2</b>  | <b>1</b>       | <b>2</b>       |
| <b>1.</b> | <b>Раздел 1. Химические основы технологии редких и рассеянных элементов I, II и III групп.</b>   | <b>67</b>    | <b>21</b> | <b>16</b>      | <b>30</b>      |
| 1.1       | Щелочные редкие и рассеянные элементы (литий, рубидий, цезий) – свойства, методы выделения, химические аспекты технологии переработки литиевого сырья. | 13           | 5         | 2              | 6              |
| 1.2       | Редкие элементы II группы. Бериллий - свойства, методы выделения, химические аспекты технологии переработки бериллиевого сырья.                        | 18           | 6         | 2              | 10             |
| 1.3       | Редкие и рассеянные элементы III группы: редкоземельные элементы (РЗЭ): скандий, иттрий, лантан, лантаниды (Ce–Lu), актиниды (торий).                  | 36           | 10        | 12             | 14             |
| 1.3.1     | Общая характеристика РЗЭ, важнейшие области применения и соединения редкоземельных металлов (РЗМ).   | 12           | 2         | 6              | 4              |
| 1.3.2     | Основные методы разделения лантанидов и отделения их от Sc, Y, Th, U.  | 10           | 2         | 4              | 4              |
| 1.3.3     | Торий: Основные методы отделения Th от РЗЭ и урана. Химические аспекты построения технологических схем минерального сырья, содержащего торий.          | 14           | 4         | 4              | 6              |
| <b>2.</b> | <b>Раздел 2. Химические основы технологии редких и рассеянных элементов IV и V групп.</b>  | <b>36</b>    | <b>14</b> | <b>6</b>       | <b>16</b>      |
| 2.1       | Цирконий и гафний - свойства, методы выделения, химические аспекты построения технологических схем переработки циркониевого сырья.                     | 16           | 6         | 2              | 8              |
| 2.2       | Ниобий и тантал - свойства, методы разделения, химические аспекты построения технологических схем переработки ниобий(тантал)содержащего сырья.         | 20           | 8         | 4              | 8              |
| <b>3</b>  | <b>Раздел 3. Химические основы технологии урана как представителя семейства актинидов.</b>   | <b>36</b>    | <b>11</b> | <b>9</b>       | <b>16</b>      |

|     |  |            |           |           |           |
|-----|--|------------|-----------|-----------|-----------|
| 3.1 | Методы получения и свойства урана и его важнейших соединений.  | 22         | 8         | 6         | 8         |
| 3.2 | Комплексные соединения урана и их применение в технологии. Химические аспекты построения технологических схем переработки урановых руд | 14         | 3         | 3         | 8         |
|     | <b>ИТОГО</b>   | <b>144</b> | <b>48</b> | <b>32</b> | <b>64</b> |
|     | <b>Экзамен</b>   | <b>36</b>  |           |           |           |
|     | <b>Всего часов</b>   | <b>180</b> |           |           |           |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### Введение

Цели и задачи дисциплины. Краткая историческая справка о становлении ядерной энергетики и подготовке специалистов для отрасли на ИФХ факультете. Понятия «редкий», «рассеянный» элементы. Положение редких элементов в Периодической системе. Общие и специфические свойства. Важнейшие области применения. Роль редких металлов в технике. Технологический глоссарий (понятия руда, концентрат, минерал).

Особенности химической технологии редких элементов. Роль отечественных ученых в развитии химии и технологии редких элементов. Современное состояние химической технологии редких элементов, перспективы ее совершенствования. Основные группы процессов в химической технологии редких элементов. Роль химии в создании общих принципов построения технологических схем и алгоритм переработки минерального и техногенного сырья редких элементов.

### Раздел 1. Химические основы технологии редких и рассеянных элементов I, II и III групп.

#### 1.1. Щелочные редкие и рассеянные элементы (литий, рубидий, цезий) – свойства, методы выделения, химические аспекты технологии переработки литиевого сырья.

Общая характеристика щелочных редких элементов (литий, рубидий, цезий). История происхождения названия «щелочные». Общая характеристика щелочных редких элементов (литий, рубидий, цезий). Положение в Периодической системе. Факторы, обуславливающие наименьшую химическую активность лития в подгруппе.

Литий. Краткая историческая справка (история открытия и выделения лития в чистом виде). Ядерные и неядерные области применения. Физико-химические свойства металлического лития. Аномальные свойства лития, обуславливающие различия в его химическом поведении по отношению к другим щелочным элементам. Поляризирующая способность иона лития. «Диагональное сходство» с магнием и его проявления.

Важнейшие для технологии соединения (методы получения, свойства) лития: оксид, гидроксид, сульфат, нитрат, хлорид, карбонат, фосфат, фторид.

Основные промышленные сырьевые источники лития. Химические аспекты технологии переработки сырьевых источников лития. Роль декрипитации (перевода силикатной структуры  $\alpha$ -сподумена в химически более активную алюмосиликатную  $\beta$ -форму) в процессе сульфатизации. Методы отделения лития от сопутствующих элементов, применяемые в аналитической химии (метод Гуча) и технологической практике (метод Труста). Способы конверсии основного продукта – карбоната лития в другие технически важные соединения.

#### 1.2. Редкие элементы II группы. Бериллий - свойства, методы выделения, химические аспекты технологии переработки бериллиевого сырья.

Общая характеристика элементов II группы. Бериллий: краткая историческая справка; важнейшие области применения бериллия и его соединений в ядерной

энергетике и других областях; физико-химические свойства бериллия. Состояние бериллия в водных растворах. Важнейшие для технологии соединения бериллия. Методы отделения бериллия от алюминия.

Химические аспекты построения технологических схем переработки бериллиевого сырья (на примере разложения берилла сульфатным и фторидным методом, а также очистки технического гидроксида бериллия с получением высоко- и ядерно-чистого оксида бериллия).

### 1.3. Редкие и рассеянные элементы III группы: редкоземельные элементы (РЗЭ): скандий, иттрий, лантан, лантаниды (Ce–Lu), актиниды (торий).

#### *1.3.1. Общая характеристика РЗЭ, важнейшие области применения и соединения редкоземельных металлов (РЗМ).*

Общая характеристика РЗЭ: положение в периодической системе; краткая историческая справка по индивидуальным элементам; важнейшие области применения редкоземельных металлов (РЗМ) и соединений РЗЭ. Физико-химические свойства РЗМ. Типы кристаллических решеток РЗМ. Особенности электронного строения лантанидов. Лантанидное (f) сжатие и его следствия, вторичная периодичность свойств в ряду лантанидов, аномальная валентность. Важнейшие для технологии соединения РЗЭ.

#### *1.3.2. Основные методы разделения лантанидов и отделения их от Sc, Y, Th, U.*

Основные методы разделения лантанидов и отделения их от Sc, Y, Th, U. Алгоритм переработки минерального редкоземельного сырья (на примере монацита). Выделение РЗЭ и тория из растворов сложного солевого состава.

#### *1.3.3. Торий: Основные методы отделения Th от РЗЭ и урана. Химические аспекты построения технологических схем минерального сырья, содержащего торий.*

Торий: положение в периодической системе; краткая историческая справка; важнейшие современные области применения тория и его соединений.

Важнейшие для технологии соединения тория. Физико-химические свойства металлического тория. Состояние тория в водных растворах. Основные методы отделения Th от РЗЭ и урана (очистка ториевых химических концентратов). Химические аспекты построения технологических схем минерального сырья, содержащего торий.

## **Раздел 2. Химические основы технологии редких и рассеянных элементов IV и V групп.**

### 2.1. Цирконий и гафний - свойства, методы выделения, химические аспекты построения технологических схем переработки циркониевого сырья.

Положение в периодической системе; влияние f- и d-сжатия на свойства элементов; краткая историческая справка; важнейшие области применения соединений циркония и гафния; физико-химические свойства металлов.

Отличительные особенности химии циркония (гафния). Состояние в водных растворах (гидролиз, гидролитическая полимеризация, комплексообразование). Устойчивые многоядерные соединения циркония. Формы существования в растворах и твердой фазе на примере оксихлорида циркония. Важнейшие для технологии соединения циркония (гафния).

Основные методы разделения элементов. Получение циркония ядерной степени чистоты. Химические аспекты построения технологических схем переработки циркониевого сырья (на примере разложения циркона спеканием с карбонатом натрия, гексафторосиликатом калия, хлорированием).

### 2.2. Ниобий и тантал - свойства, методы разделения, химические аспекты построения технологических схем переработки ниобий(тантал)содержащего сырья.



Положение в периодической системе; влияние f-сжатия на свойства элементов; краткая историческая справка; важнейшие области применения металлов и соединений ниобия и тантала; физико-химические свойства металлов.

Отличительные особенности химии ниобия (тантала). Состояние ниобия (тантала) в индивидуальных и смешанных водных растворах. Важнейшие для технологии соединения ниобия (тантала). Основные методы разделения элементов.

Химические аспекты построения технологических схем и алгоритм переработки ниобий(тантал)содержащего сырья (на примере переработки танталитов-колумбитов разложением карбонатом натрия и калия).

### **Раздел 3. Химические основы технологии урана как представителя семейства актинидов.**

#### 3.1. Методы получения и свойства урана и его важнейших соединений.

Положение актинидов в периодической системе. Уран: краткая историческая справка. Химические аспекты кристаллохимии, минералогии и технологии урана.

Физико-химические свойства металлического урана. Состояние урана в водных растворах. Поведение урана в различных степенях окисления. Методы получения и свойства важнейших для технологии соединений урана.

#### 3.2. Комплексные соединения урана и их применение в технологии. Химические аспекты построения технологических схем переработки урановых руд

Комплексные соединения урана и их применение в технологии. Химические аспекты построения технологических схем переработки урановых руд (на примере оксидных минералов) с получением ядерно-чистого диоксида урана, обогащенного  $^{235}\text{U}$ .

## **5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

| №  | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:  | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 |
|----|---|----------|----------|----------|
|    | <b>Знать:</b>   |          |          |          |
| 1  | химические основы и специфику основных процессов технологии редких и рассеянных элементов;  | +        | +        | +        |
| 2  | требования к чистоте основных функциональных материалов ЯТЦ и методы очистки от элементов-аналогов и других примесных элементов;                          | +        | +        | +        |
| 3  | методы конверсии соединений редких элементов и свойства основных промежуточных и конечных продуктов;  | +        | +        | +        |
| 4  | основные сырьевые источники редких элементов и принципы построения технологических схем их переработки с учетом минералогического и химического составов. | +        | +        | +        |
|    | <b>Уметь:</b>   |          |          |          |
| 5  | составлять цепочки превращений и технологические схемы переработки редкоземельного сырья с учетом его природы и назначения целевых продуктов;             | +        | +        | +        |
| 6. | обосновать выбор, оптимальные соотношения реагентов и условия проведения процессов  | +        | +        | +        |

|  |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
|  | переработки минерального, техногенного и вторичного сырья и отходов с получением высокочистых или ядерно-чистых соединений редких элементов;  |   |   |   |
|  | <b>Владеть:</b>   |   |   |   |
| 7  | навыками практического применения знаний об особенностях химии редких и рассеянных элементов для совершенствования известных процессов технологии их выделения и очистки, создания принципиально новых экологически и экономически более совершенных вариантов производства конструкционных и топливных материалов ядерной энергетики | + | + | + |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен приобрести следующие <b>компетенции:</b> |   |   |   |   |
|  | <b>Профессиональные компетенции:</b>  |   |   |   |
| 8  | способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);   | + | + | + |
|  | <b>Профессионально-специализированные компетенции:</b>  |   |   |   |
| 9  | способность к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1)  | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1 Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине

Предусмотрены практические занятия обучающегося в объеме 32 акад. часа.

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий  | Часы |
|-------|----------------------|--|------|
| 1     | Введение             | Общие и специфические свойства редких и рассеянных элементов. Технологический глоссарий  | 1    |
| 2     | 1.1                  | Методы отделения лития от щелочных элементов и магния. Химические аспекты построения технологических схем переработки литиевого сырья (на примере переработки сподумена сульфатизацией)  | 2    |
| 3     | 1.2                  | Химические аспекты построения технологических схем переработки бериллиевого сырья (на примере разложения берилла сульфатным и фторидным методом, а также очистки технического гидроксида бериллия с получением высоко- и ядерно-чистого оксида бериллия) | 2    |
| 4     | 1.3                  | Особенности электронного строения лантанидов.  | 12   |

|   |          |   |   |
|---|----------|---|---|
|   |          | Лантанидное (f) сжатие и его следствия, вторичная периодичность свойств в ряду лантанидов, аномальная валентность. Типы кристаллических решеток РЗМ. Алгоритм переработки минерального редкоземельного сырья (на примере монацита).   |   |
| 5 | 2.1      | Особенности структуры оксихлорида циркония. Химические аспекты построения технологических схем переработки циркониевого сырья (на примере разложения циркона спеканием с карбонатом натрия, гексафторосиликатом калия, хлорированием) | 2 |
| 6 | 2.2      | Танталаты (ниобаты) щелочных элементов и их роль в построении технологических схем переработки ниобий(тантал)содержащего сырья (на примере переработки танталитов-колумбитов разложением карбонатом натрия и калия)                   | 4 |
| 7 | 3.1, 3.2 | Важнейшие соединения урана и их роль в построении технологических схем переработки урановых руд (на примере оксидных минералов) с получением ядерно-чистого диоксида урана, обогащенного $^{235}\text{U}$                             | 9 |

## 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студента специалитета в объеме 64 часов плюс 36 часов на подготовку к экзамену.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и семинарских занятиях учебного материала и подготовку к изучению последующих разделов дисциплины;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и онлайн семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к контрольным работам по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена

## 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Текущий контроль освоения дисциплины в семестре включает в себя 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за каждую контрольную работу составляет 20 баллов. Максимальная оценка за текущий контроль освоения дисциплины в семестре составляет 60 баллов.

**Введение. Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка - 20 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, максимальная оценка за вопрос 1 – 6 баллов, за вопросы 2 и 3 – по 7 баллов**

### Вопрос 1.1.

1. Понятия «редкий» элемент, «рассеянный» элемент.
2. Назовите основные группы процессов в технологии редких элементов.
3. Понятие «технологическая схема».
4. Алгоритм гидрометаллургического передела.
5. Понятие «выщелачивание».
6. К каким объектам в технологии редких элементов применяют процесс «растворения»?
7. Почему технологические схемы переработки редкометального сырья отличаются разнообразием и многостадийностью?
8. Что обуславливает высокая стоимость редкометального сырья?
9. Почему технология редких элементов предъявляет высокие требования к чистоте промежуточных и особенно конечных продуктов.
10. Почему разложение редкометального сырья проводят, как правило, высокотемпературными методами?
11. Из каких двух стабильных изотопов состоит природный литий? Чем они различаются?
12. Назовите важнейшие растворимые соли лития и приведите реакции их получения.
13. Назовите важнейшие нерастворимые соли лития и приведите реакции их получения.
14. Почему литий имеет устойчивую степень окисления +1?
15. Почему литий имеет более высокие температуры плавления и кипения, чем другие щелочные металлы?
16. Чем обусловлена наименьшая химическая активность лития среди других щелочных металлов?
17. Чем объясняется наименьшая термическая устойчивость солей лития в ряду солей щелочных элементов?
18. Назовите соединения лития:  ${}^6\text{LiD}$ ,  ${}^6\text{LiT}$ ,  $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Li}_2\text{C}_2$ ,  $\text{LiAlO}_2$ ,  $\text{LiClO}_4\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiAlH}_4$ .
19. Чем отличается состав продуктов горения Li на воздухе от состава других щелочных металлов?
20. Приведите реакции получения гидроксида лития.
21. В чём можно хранить металлический литий и гидроксид лития?
22. Почему литий не может быть выделен электролизом из водных растворов?
23. Почему хлорид лития в отличие от хлоридов калия и натрия не высаливается из водного раствора при пропускании газообразного HCl или при добавлении концентрированной HCl?
24. Как можно повысить чистоту карбоната лития? Приведите реакцию.
25. Какой из элементов – литий или калий – обладает более выраженными металлическими свойствами и почему?
26. Приведите продукты реакций:  $\text{Li}_3\text{N} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow$  ;  $\text{Li}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] + \text{CaO} \rightarrow$
27. К какому классу соединений относится большая часть минералов лития? Назовите основные промышленные минералы лития.
28. Приведите продукты реакций:  $\text{Li} + \text{C} \rightarrow$  ;  $\text{LiH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$

### Вопрос 1.2.

1. Важнейшие соединения бериллия и области их применения в технологии (очистка, выделение Be).
2. Почему связи в соединениях бериллия носят преимущественно ковалентный характер, тогда как в соединениях магния и щелочноземельных элементов они преимущественно ионные?
3. Почему металлы подгруппы бериллия по сравнению с щелочными металлами обладают большей плотностью, твердостью, имеют более высокие  $T_{пл}$  и  $T_{кип}$ ?
4. Что является причиной амфотерности некоторых соединений бериллия? Назовите эти соединения, приведите соответствующие реакции.
5. Почему соли бериллия подвергаются заметному гидролизу? Какие реакции при этом протекают?
6. Как изменяется термическая устойчивость карбонатов в подгруппе бериллия и почему?
7. Почему гидроксиды бериллия и щелочноземельных элементов обладают более слабыми основными свойствами по сравнению с гидроксидами щелочных элементов?
8. Приведите формы существования бериллия в водных растворах.
9. Какой процесс описывает реакция:  $Be_3Al_2[Si_6O_{18}] + 6H_2SO_4 \rightarrow 3BeSO_4 + Al_2(SO_4)_3 + 6SiO_2 + 6H_2O \uparrow$ ?
10. Назовите методы получения металлического бериллия и приведите реакции.
11. Почему бериллий нельзя отделить от алюминия и железа дробным осаждением их гидроксидов?
12. Назовите формы существования гидроксида бериллия. В какой из них его стремятся выделять и почему?
13. Какие свойства двойных сульфатов с аммонием используют в процессах очистки бериллия от алюминия?
14. Что лежит в основе отделения бериллия от алюминия в виде сульфатов с помощью  $(NH_4)_2CO_3$ ?
15. Какими отличительными свойствами обладают оксикарбоксилаты бериллия?
16. Приведите реакции получения безводных хлорида и фторида бериллия.
17. Почему дегидратацией кристаллогидратов галогенидов нельзя получить безводные соединения?
18. Что такое бериллаты? Приведите примеры простых и сложных бериллатов.
19. На чем основано отделение бериллия от алюминия кипячением их гидроксокомплексов?
20. Приведите цепочки превращений, описывающие получение высокочистого и ядерно-чистого BeO из технического гидроксида.
21. Почему бериллий не подвержен действию водяного пара даже при температуре красного каления, но легко растворяется в концентрированном растворе фторида или гидрофторида аммония?
22. Назовите основные промышленные сырьевые источники бериллия.
23. С чем связано немонотонное изменение физических свойств металлов подгруппы бериллия?
24. Приведите возможный состав фторобериллатных ионов с учетом КЧ бериллия.
25. Почему бериллий не может быть получен электролизом водных растворов его солей?

### Вопрос 1.3.

1. Почему химические свойства лантанидов очень похожи и для всех лантанидов наиболее характерна степень окисления +3?
2. Какие лантаниды и почему имеют устойчивую степень окисления +2 и +4?
3. Вторичная периодичность в ряду лантанидов, ее проявления.
4. Природа «лантанидного сжатия» и обусловленные им следствия.
5. Почему Eu и Yb имеют аномально низкие  $T_{пл}$  в ряду Ln?

6. Почему современная ядерная энергетика «урановая», а не «ториевая»?
7. Сопоставьте поведение тория с поведением РЗЭ в водных растворах.
8. Как можно разрушить аммонийно-оксалатный комплекс тория? Какие соединения при этом образуются?
9. Как изменение энтальпии гидратации  $\text{Ln}^{3+}$  в ряду La–Lu сказывается на экстракции РЗЭ?
10. Почему РЗМ иттриевой подгруппы нельзя выделить электролизом из расплава галогенидов?
11. Почему КЧ в аквакомплексах легких Ln выше, чем в аквакомплексах тяжелых Ln?
12. Как и почему изменяется основность гидроксидов лантанидов в ряду La – Lu?
13. Назовите важнейшие для технологии соединения тория и укажите их назначение (в технологии!).
14. Опишите с помощью реакций поведение солей скандия в водных растворах.
15. Назовите методы разделения РЗЭ.
16. Приведите цепочки ( $\geq 2$ ) превращений химического концентрата тория в металлический торий.
17. Почему Sm, Eu, Yb получают не металлотермическим восстановлением их  $\text{LnX}_3$  ( $\text{X}=\text{F}, \text{Cl}$ ), а  $\text{Ln}_2\text{O}_3$ ?
18. В каких случаях термическое разложение солей РЗЭ не приводит к получению оксидов?
19. Назовите по международной номенклатуре следующие соединения:  
 1.  $x\text{Ln}(\text{SO}_4)_3 \cdot y\text{Me}_2\text{SO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ;    2.  $\text{LnONO}_3$ ; 3.  $\text{Ln}_2\text{O}_2\text{SO}_4$ ;    4.  $\text{NaLnO}_2$ ;    5.  $\text{LnVO}_4$ ;  
 6.  $\text{Ln}_2(\text{SeO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ; 7.  $\text{Ln}(\text{ClO}_4)_3$ ; 8.  $\text{LnOCl}$ ; 9.  $\text{LnCrO}_3$ ; 10.  $\text{GdGaO}_3$ ; 11.  $\text{Ln}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ ;  
 12.  $\text{LnAsO}_4$ ; 13.  $\text{LnSbO}_4$ ; 14.  $\text{LnSbO}_3$ ; 15.  $\text{ThOOSO}_4$ ; 16.  $(\text{NH}_4)_4[\text{Th}(\text{C}_2\text{O}_4)_4] \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ;  
 17.  $\text{Li}_4\text{CeF}_6$     18.  $(\text{NH}_4)_6[\text{Th}(\text{CO}_3)_5]$ ; 19.  $\text{Na}_5[\text{Sc}(\text{CO}_3)_4]$ ; 20.  $\text{K}_2\text{ThF}_6$ ; 21.  $\text{Th}(\text{OH})\text{F}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ;  
 20. Что лежит в основе методов разделения тория и РЗЭ?

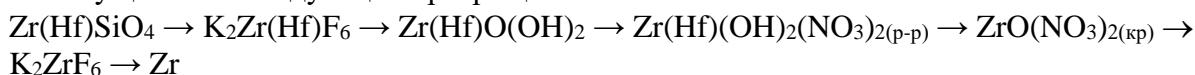
**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

**Вопрос 2.1.**

1. Назовите промышленные минералы циркония (гафния) и методы их разложения.
2. На чём основано разделение Zr–Hf и Nb–Ta дробной кристаллизацией их комплексных фторидов?
3. Гидролиз соединений циркония в водных растворах. Основные закономерности процесса.
4. Гидролитическая полимеризация соединений циркония в водных растворах. Основные закономерности.
5. Какой ион циркония является минимальной структурной единицей в растворах ОХЦ?
6. К какому классу соединений относится  $[\text{Zr}_4(\text{OH})_4(\text{SO}_4)_6] \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ? Как его можно получить?
7. К какому классу соединений относятся  $\text{M}_2[\text{Zr}(\text{SO}_4)_3] \cdot x\text{H}_2\text{O}$  (1) и  $\text{M}_4[\text{Zr}_4(\text{SO}_4)_6(\text{OH})_4\text{O}_2] \cdot x\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{M} = \text{Na}^+, \text{K}^+, \text{NH}_4^+$ ) (2)? Как их получают?
8. Приведите реакцию растворения метацирконата натрия в  $\text{HNO}_3$ . Какой процесс в технологии она описывает?
9. Почему в растворах, поступающих на экстракционное разделение Zr и Hf, содержание кремния не должно превышать пороговую концентрацию полимеризации? Как решается проблема?
10. Приведите формулы соединений циркония, кристаллизация (перекристаллизация) которых позволяет эффективно очистить цирконий от широкого спектра примесей.
11. Приведите химическую формулу нитрата, имеющего следующее строение по данным рентгеноструктурного анализа:  $[\text{Zr}(\text{OH})_2 \cdot \text{NO}_3 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2]\text{NO}_3$
12. Какое содержание Hf допускается в ядерно-чистом цирконии?

13. Что такое УМС нитрата циркония (УМС Zr)? Как они образуются и ведут себя в процессах разделения Zr и Hf?

14. Осуществите следующие превращения:



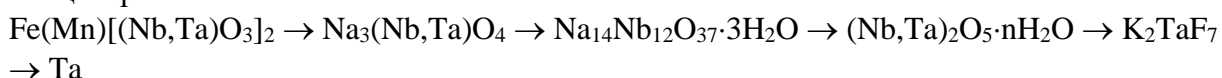
### Вопрос 2.2.

1. Назовите промышленные минералы ниобия (тантала) и методы их разложения.

2. Что такое ниобаты и танталаты щелочных элементов?

3. К чему может привести образование в растворах Zr(Hf) и Nb(Ta) смешанных полимерных соединений?

4. Осуществите следующие цепочки превращений танталито-колумбитовых рудных концентратов в металлы:



5. Приведите химическую формулу нитрата, имеющего следующее строение по данным рентгеноструктурного анализа:  $[\text{Zr(OH)}_2 \cdot \text{NO}_3 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2]\text{NO}_3$

6. Почему в технологии Nb(Ta), в отличие от технологии циркония, проблема обескремнивания не актуальна?

### Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

#### Вопрос 3.1.

1. В чём заключается двойственность химической природы актинидов, к которым относится уран?

2. Какие степени окисления возможны в ряду актинидов?

3. Природа «актинидного» сжатия.

4. Какие степени окисления урана и какие катионы существуют в водных растворах?

5. Химические свойства металлического урана.

6. Реакции получения диоксида урана.

7. Реакции получения октаоксида триурана.

8. К какому классу соединений урана относятся соединения состава  $\text{M}_2\text{UO}_4$ ,  $\text{M}_4\text{UO}_5$  (M – однозарядные катионы) и  $\text{MUO}_4$ ,  $\text{M}_3\text{UO}_6$  (M – двухзарядные катионы)?

9. Какое соединение урана называют «желтым кеком»? Отражает ли химическая формула его истинный состав?

10. Назовите области применения тетрафторида урана и методы его получения. Какой из методов обычно применяют на практике?

11. К какому классу соединений урана относятся соединения состава  $\text{M}_2\text{UO}_6$ ,  $\text{M}_4\text{UO}_8$ ,  $\text{M}_2\text{U}_2\text{O}_{10}$

(M – однозарядные катионы)?

12. Какие приемы используют для растворения тетрафторида урана в минеральных кислотах?

13. В каких степенях окисления находится уран в «закиси-окиси»?

14. К какому классу соединений урана относятся соединения состава  $\text{M}_2\text{U}_2\text{O}_7$ ,  $\text{M}_2\text{U}_7\text{O}_{22}$ ,  $\text{M}_6\text{U}_7\text{O}_{24}$  (M – однозарядные катионы) или  $\text{MU}_3\text{O}_{10}$  (M – двухзарядные катионы)?

15. Приведите реакции получения триоксида урана.

16. Почему гексафторид урана нельзя хранить в стеклянных сосудах? В чем его хранят?

17. К какому классу соединений урана относятся соединения состава  $\text{MUO}_2\text{F}_3$ ,

$\text{M}_3(\text{UO}_2)_2\text{F}_7$ ,  $\text{M}_5(\text{UO}_2)_2\text{F}_9$  (M – однозарядные катионы)? Назовите эти соединения.

18. Сопоставьте склонность к гидролизу и комплексообразованию U(IV) и U(VI) в водных растворах.
19. Почему количество бидентатно связанных кислородсодержащих анионов в комплексах уранила не превышает 3? Приведите примеры.
20. Приведите ряд вытеснительной способности лигандов ( $F^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $OH^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $C_2O_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ) для уранила.

### Вопрос 3.2.

1. Укажите изотопный состав природного урана.
2. Назовите делящиеся изотопы урана и других актинидов, представляющие практический интерес.
3. В чем заключаются принципиальные различия между первичными и вторичными минералами урана?
4. Назовите промышленные минералы урана(IV) и класс соединений, к которому они принадлежат.
5. Назовите промышленные минералы урана(VI) и класс соединений, к которому они принадлежат.
6. Назовите важнейшие породообразующие минералы (не менее 5).
7. Приведите формулы соединений урана, используемых для аффинажа.
8. С какой целью в ряде случаев проводят окислительный обжиг урановых рудных концентратов?
9. Назовите и обоснуйте применение основных (по типу реагентов) методов выщелачивания урановых руд.
10. Какой метод и почему используется главным образом для концентрирования урана из растворов после выщелачивания? Приведите уравнение реакции.
11. Назовите основные методы аффинажа.
12. Приведите цепочки превращений оксидов U(IV) и U(VI) в составе сырья до  $UF_6$ , обогащенного  $^{235}U$ .
13. Что такое суммарный борный эквивалент?
14. Почему осаждение урана из кислых растворов после выщелачивания не используется на практике?
15. С какой целью перед аммиачным осаждением урана из карбонатных растворов их подкисляют до  $pH=3\div 5$ ?
16. Какие свойства АУТК используются при карбонатном аффинаже урана?
17. Почему растворы для карбонатного выщелачивания урана должны содержать гидрокарбонат-ион?
18. Какие процессы в технологии урана описываются реакциями:
 
$$UO_3 + 3Na_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons Na_4[UO_2(CO_3)_3] + 2NaOH \quad (1)$$

$$2UO_2SO_4 + 6NH_3 \cdot H_2O \rightarrow (NH_4)_2U_2O_7 \downarrow + 2(NH_4)_2SO_4 + 3H_2O \quad (2)$$

$$UO_2(NO_3)_2 + H_2C_2O_4 + 3H_2O \rightarrow UO_2C_2O_4 \cdot 3H_2O \downarrow + 2HNO_3 \quad (3)$$

$$(NH_4)_2U_2O_7 + 6(NH_4)_2CO_3 + 3H_2O \rightleftharpoons 2(NH_4)_4[UO_2(CO_3)_3] + 6NH_3 \cdot H_2O \quad (4)$$
19. Назовите факторы, влияющие на коэффициент распределения урана при экстракционном аффинаже.

## 8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

(7 семестр – экзамен)

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 4 вопроса по 10 баллов каждый.



### Примеры контрольных вопросов к экзамену

1. Отличительные особенности химии лития от других щелочных элементов.
2. Назовите соединения бериллия, использующиеся для очистки его от алюминия. Укажите, что лежит в основе метода.
3. Области применения тетрафторида урана и методы его получения.
4. Методы и соединения, использующиеся для получения металлического циркония.
5. Основные методы разделения ниобия и тантала.
6. Обоснуйте с помощью уравнений химических реакций необходимость применения окислительного обжига перед сернокислотным выщелачиванием урановых руд.
7. Как изменение поляризующего действия катиона в ряду Li-Cs влияет на «основные» свойства гидроксидов в этом ряду?
8. Химическое поведение бериллия в водных растворах.
9. Химические аспекты переработки монацита.
10. Что понимают под аббревиатурой УМС циркония? Когда они образуются и как влияют на поведение циркония в процессах ионного обмена, жидкостной экстракции, определения циркония колориметрическими методами?
11. Гидролиз соединений циркония в водных растворах. Основные закономерности процесса.
12. Гидролитическая полимеризация соединений циркония в водных растворах. Основные закономерности.
13. Назовите промышленные минералы циркония (гафния) и методы их разложения.
14. Назовите промышленные минералы ниобия (тантала) и методы их разложения.
15. Ниобаты и танталаты щелочных элементов. Их роль в химии и технологии.
16. На чем основано разделение ниобия и тантала дробной кристаллизацией комплексных фторидов?
17. С какой целью перед аммиачным осаждением урана из карбонатных растворов последние подкисляют до  $pH = 3 \div 5$ ?
18. Важнейшие растворимые и нерастворимые соли лития, получение, свойства, применение.
19. Гидроксиды бериллия. В какой форме стремятся выделять гидроксид бериллия из растворов и почему?
20. Алгоритм переработки сырья РЗЭ. Основные промышленные минералы РЗЭ.
21. К какому классу соединений относятся соединения состава  $[Zr_4(OH)_4(SO_4)_6] \cdot xH_2O$  и  $M_2[Zr(SO_4)_3] \cdot xH_2O$  (где  $M = Na^+, K^+, NH_4^+$ )? Как их получают?
22. Промышленные минералы циркония, методы их разложения, химический состав образующихся соединений.
23. Разделение Zr и Hf жидкостной экстракцией.
24. При каком условии металлический уран или диоксид можно растворить в щелочи? Приведите реакцию.
25. Почему хлорид лития в отличие от хлоридов калия и натрия не высаливается из водного раствора при пропускании газообразного HCl или при добавлении концентрированной HCl?
26. Можно ли нагреванием  $BeCl_2 \cdot 4H_2O$  получить безводный хлорид? Обоснуйте ответ.
27. Природа лантанидного сжатия и его следствия. В чём отличие собирательного для РЗЭ символа TR от Ln?
28. Что понимают под гидролитической полимеризацией в растворах циркония? Какой критерий позволяет судить о степени протекания процесса?
29. Области применения в ядерной энергетике ядерно-чистого циркония и гафния, очищенного от циркония.
30. Принципиальное различие в поведении ниобия и тантала в водных растворах
31. Приведите цепочку превращений от оксидной руды с природным содержанием урана до  $UO_2$ , обогащённого по  $^{235}U$ .

32. В виде какого соединения обычно осаждают литий на заключительной стадии переработки минерального сырья. Приведите реакцию и обоснуйте способ, позволяющий повысить его чистоту.
33. Какие свойства сульфата бериллия используются в процессах его очистки?
34. Можно ли термической обработкой кристаллогидратов галогенидов РЗЭ и Th получить безводные галогениды?
35. Какие соединения циркония образуются при разложении циркона спеканием с содой ( $ZrSiO_4:Na_2CO_3 = 1:1$ )?
36. На чем основано разделение ниобия и тантала дробной кристаллизацией комплексных фторидов?
37. Назовите следующие соединения:
- $Ln(HSO_4)_3$        $LnONO_3$        $Ln_2O_2SO_4$        $NaLnO_2$        $LnVO_4$   
 $Ln_2(SeO_4)_3 \cdot nH_2O$        $Ln(ClO_4)_3$        $LnOCl$        $LnCrO_3$        $GdGaO_3$        $Ln_3Al_5O_{12}$   
 $LnAsO_4$        $LnSbO_4$        $LnSbO_3$        $LnBiO_3$        $LnTaO_4$        $LnNbO_4$
38. Двойственность химической природы актинидов, к которым относится уран
39. Степени окисления урана и катионы, существующие в водных растворах.
40. Химические свойства металлического урана.
41. Реакции получения и свойства диоксида урана.
42. Реакции получения и свойства октаоксида триурана.
43. Реакции получения и свойства триоксида урана.
44. Назовите и обоснуйте применение основных (по типу реагентов) методов выщелачивания урановых руд.
45. Какой метод и почему используется главным образом для концентрирования урана из растворов после выщелачивания? Приведите уравнение реакции.
46. Виды аффинажа. Какие свойства АУТК используются при одном из них?
47. Суммарный борный эквивалент
48. Какой метод и почему используется главным образом для концентрирования урана из растворов после выщелачивания? Приведите уравнение реакции.
49. Методы разделения тория и РЗЭ.
50. Методы разделения концентратов РЗЭ на индивидуальные РЗЭ.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### 8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (7 семестр)

Экзамен по дисциплине «Химия редких и рассеянных элементов» проводится в 7 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1, 2 и 3 учебной программы дисциплины. Ответы на вопросы билета оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за каждый вопрос – 10 баллов.

Пример билета для экзамена:

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| «Утверждаю»<br>Зав. каф. ТРЭН | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                             |
|                               | <b>Российский химико-технологический университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b> |
|                               | <b>Кафедра технологии редких элементов и наноматериалов на<br/>их основе</b>   |

|   |   |
|---|---|
| С.И. Степанов<br><br>_____ 20 г.  | <b>18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики</b><br><b>Специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла»</b><br><b>Дисциплина «Химия редких и рассеянных элементов»</b><br><b>7 семестр</b> |
| <p style="text-align: center;"><b>Экзаменационный билет № 3</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Важнейшие растворимые и нерастворимые соли лития, получение, свойства, применение.</li><li>2. Особенности поведения бериллия в водных растворах.</li><li>3. Промышленные минералы циркония, методы их разложения, химический состав образующихся соединений.</li><li>4. Двойственность химической природы актинидов.</li></ol> |   |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А) Основная литература:

1. Чекмарев А.М. Редкие металлы в природе: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2013. 84 с.
2. Чекмарев А.М. Применение редких металлов: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2013. 48 с.
3. Чижевская С.В., Клименко О.М., Жуков А.В. Основы химии и технологии урана: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2015. 84 с. 152 с.

#### Б) Дополнительная литература:

1. Супоницкий Ю.Л. Химия редкоземельных элементов: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. 108 с.
2. Чекмарев А.М., Чижевская С.В., Харламов В.В., Пономарев Н.Л. Особенности химии и аналитического определения редких элементов (Литий, бериллий, редкоземельные элементы): Учебное пособие / Под ред. А.М. Чекмарева; РХТУ им. Д.И. Менделеева. М., 1988. 52 с.
3. Чижевская С.В., Чекмарев А.М. Особенности химии и аналитического определения редких элементов (Цирконий, гафний, ниобий, тантал, торий.): Учебное пособие / РХТУ им. Д.И. Менделеева. М., 1999. 79 с.
4. Химия актиноидов: в 3-х т.: Пер. с англ. / Под ред. Дж. Каца, Г. Сиборга, Л. Морсса. М.: Мир, 1991. Т. 1. 525 с; 1997. Т. 2. 664 с; 1999. Т. 3. 647 с.
5. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. В 3-х книгах.: Учебник для вузов /Под ред. С.С. Коровина. М.: МИСИС. Книга I: 1996. 376 с. Книга II: 1999. 464 с. Книга III: 2003. 440с.
6. Громов Б.В. Введение в химическую технологию урана. М.: Атомиздат, 1978. 336 с.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- Журнал физической химии ISSN 0044-4537;
- Журнал неорганической химии ISSN 0044-457X;
- Журнал прикладной химии ISSN 0044-4618;
- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 0023-110X ;
- Журнал «Химическая технология» ISSN 1684-5811;
- Журнал «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571;
- Журнал «Атомная энергия» ISSN 0004-7163;
- Журнал «Цветные металлы» ISSN 0372-2929.

### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- учебные пособия; раздаточный материал;
- компьютерные презентации по разделам дисциплины;
- вопросы для итогового контроля освоения дисциплины.

При переходе на электронное обучение (ЭО) и дистанционные образовательные технологии (ДОТ) для реализации рабочей программы применяются: следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения дисциплины:

- электронная информационно-образовательная среда РХТУ (ЭИОС);
- сервисы по доставке e-mail сообщений;
- платформа для проведения онлайн конференций и вебинаров – zoom (<https://zoom.us>).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 07.02.2020).
- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4> (дата обращения: 07.02.2020).
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 07.02.2020)

При освоении дисциплины обучающиеся должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 07.02.2020)
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 07.02.2020)
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 07.02.2020)

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в специалитете направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «Химия редких и рассеянных элементов» включает 3 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных и электронных научно-информационных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

Рабочая программа дисциплины «Химия редких и рассеянных элементов» включает в себя лекционные и практические занятия. При подготовке к практическим занятиям и контрольным точкам обучающийся должен руководствоваться следующими основными принципами: сочетание в работе, с одной стороны, общепризнанных

теоретических и практических положений и сведений, с другой результатов новейших разработок в области экономики ядерной отрасли.

Максимальная оценка текущей работы обучающегося в семестре складывается из результатов выполнения трех контрольных работ и составляет 60 баллов; максимальная оценка за каждую контрольную работу составляет 20 баллов.

В соответствии с учебным планом, изучение дисциплины завершается итоговым контролем в форме экзамена. Максимальная оценка экзамена составляет 40 баллов. Совокупная максимальная оценка работы обучающегося в 7 семестре составляет 100 баллов.

## **10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1, либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### **11.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Дисциплина «Химия редких и рассеянных элементов» изучается в 7-м семестре и включает лекции, практические занятия и самостоятельную подготовку по всем вышеуказанным разделам.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что обучающиеся в специалитете имеют общую подготовку по общенаучным, инженерным дисциплинам и основным профессиональным дисциплинам профиля, в объеме, предусмотренном учебным планом специалитета, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим, материал дисциплины должен опираться на полученные знания и быть ориентирован на их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Химия редких и рассеянных элементов» является формирование у будущего специалиста понимания роли химии в решении основных задач технологии редких элементов, применяемых для изготовления конструкционных и топливных материалов ядерной энергетики, таких как: выделение целевых элементов из природного (техногенного) сырья; отделение основной массы примесных элементов; разделение близких по свойствам редких элементов; концентрирование целевых элементов; тонкая очистка от примесей.

Наиболее сложные теоретические материалы преподавателям рекомендуется излагать на лекциях с использованием необходимого раздаточного и мультимедийного материала. После изложения лекций теоретический материал необходимо закреплять обсуждением и опросом примеров на практических занятиях. Умения и навыки, необходимые для полного освоения программы в рамках заявленных компетенций, следует закреплять в ходе самостоятельного изучения дисциплины.

Для своевременной самостоятельной подготовки обучающихся к практическим

занятиям преподавателям рекомендуется сообщать тему следующего занятия (лекции, семинара) заблаговременно, в течение недели.

Текущий контроль освоения дисциплины в 7 семестре включает в себя 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за каждую контрольную работу составляет 20 баллов. Максимальная оценка за текущий контроль освоения дисциплины в семестре составляет 60 баллов.

После проведения каждой контрольной работы преподавателям рекомендуется обсудить предложенные вопросы и рекомендовать обучающимся дополнительные задания для закрепления полученных навыков в ходе последующего самостоятельного изучения разделов дисциплины.

Экзамен по дисциплине «Химия редких и рассеянных элементов» является итоговой формой контроля знаний. Преподаватель проводит его в устной форме по билетам, включающим все разделы изучаемой дисциплины. Время, отводимое на подготовку и ответ для каждого обучающегося, составляет в среднем 1 час.

### **11.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; самостоятельная работа.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде: работа по e-mail, вебинар в режиме zoom-конференции, электронная информационно-образовательная среда РХТУ.

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается) и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

## **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

– Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной

литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2020 составляет 1 715 452 экз.

– Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

– Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

### Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

| № | Электронный ресурс                           | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей   | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором  |
|---|--|---|--|
| 1 | Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ» | <p>Принадлежность - сторонняя</p> <p>Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г.</p> <p>Сумма договора – 642 083-68</p> <p>Срок действия с «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Дополнительный Договор № 33.03-Р-3.1-2217/2020 от 02.03.2020 г.</p> <p>Сумма договора- 30 994-52</p> <p>Срок действия с «02» марта 2020 г. по «25» сентября 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Договор № 33.03-Р-3.1-</p> | <p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки"-изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика»-изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент»- изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> |



|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
|   |   | <p>2173/2020<br/>Сумма договора – 747 661-28<br/>Срок действия Договора с «26» сентября 2020г. по «25» сентября 2021 г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.<br/>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>            |  |
| 2 | <p>Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)</p> | <p>Принадлежность – собственная РХТУ.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a><br/>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера</p>   | <p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>  |
| 3 | <p>Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».</p>    | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 189-2647А/2019 От 09.01.2020 г.<br/>Сумма договора – 601110-00 С «01» января.2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a><br/>Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.</p> | <p>Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД</p>   |
| 4 | <p>Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ).</p>  | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Реквизиты договора – ФГБУ РГБ, Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br/>Сумма договора - 398 840-00<br/><br/>С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.<br/><br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a><br/>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.</p>   | <p>В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.</p> |

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 5 | БД ВИНТИ РАН  | <p>Принадлежность сторонняя,<br/>Реквизиты договора- ВИНТИ<br/>РАН<br/>Договор № 33.03-Р-3.1-<br/>2047/2019 от 25 февраля 2020 г.<br/>Сумма договора - 100 000-00</p> <p>С «25» февраля 2020 г.<br/>по «24 » февраля 2021 г.<br/>Ссылка на сайт-<br/><a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a><br/>Количество ключей –<br/>локальный доступ для<br/>пользователей РХТУ в ИБЦ<br/>РХТУ.</p>  | <p>Крупнейшая в России баз<br/>данных по естественным,<br/>точным и техническим наукам.<br/>Включает материалы РЖ<br/>(Реферативного журнала)<br/>ВИНИТИ с 1981 г. Общий<br/>объем БД - более 28 млн.<br/>документов</p>   |
| 6 | Научно-<br>электронная<br>библиотека<br>«eLibrary.ru» | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Реквизиты договора –<br/>ООО Научная электронная<br/>библиотека,<br/>договор № 33.03-Р-3.1<br/>2087/2019<br/>Сумма договора – 1100017-00<br/>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a><br/>Количество ключей – доступ<br/>для пользователей РХТУ по ip-<br/>адресам неограничен.</p> | <p>Научная электронная<br/>библиотека eLIBRARY.RU - это<br/>крупнейший российский<br/>информационно-аналитический<br/>портал в области науки,<br/>технологии, медицины и<br/>образования, содержащий<br/>рефераты и полные тексты<br/>более 29 млн научных статей и<br/>публикаций, в том числе<br/>электронные версии более 5600<br/>российских научно-<br/>технических журналов.</p> |
| 7 | Справочно-<br>правовая система<br>«Консультант+»      | <p>Принадлежность сторонняя-<br/>Договор № 174-247ЭА/2019<br/>от 26.12.2019 г.<br/>Сумма договора - 927 029-80<br/>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт-<br/><a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – 50<br/>пользовательских лицензий по<br/>ip-адресам.</p>   | <p>Справочно-правовая система по<br/>законодательству Российской<br/>Федерации.</p>  |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
| 8  | Справочно-правовая система «Гарант»                    | <p>Принадлежность сторонняя<br/>         Договор №166-235ЭА/2019 от 23.12.2019 г.<br/>         Сумма договора - 603 949-84<br/>         С «01» января 2020 г.<br/>         по «31» декабря 2020 г.<br/>         Ссылка на сайт –<br/> <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – 50<br/>         пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>   | Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.   |
| 9  | Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"   | <p>Принадлежность сторонняя-«Электронное издательство ЮРАЙТ»<br/>         Договор № 33.03-Р-3.1-220/2020 от 16.03.2020 г.<br/>         Сумма договора - 324 000-00</p> <p>С «16» марта 2020 г.<br/>         по «15» марта 2021 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a><br/>         Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> | Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов. |
| 10 | Электронно-библиотечная система «Консультант студента» | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «Политехресурс»<br/>         Договор № 33.03-Р-3.1-218/2020 От «16» марта 2020 г.<br/>         Сумма договора-36 500-00</p> <p>С «17» марта 2020 г.<br/>         по «16» марта 2021 г</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>             | Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».  |

|    |   |   |  |
|----|---|---|--|
| 11 | Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»     | <p>Принадлежность сторонняя- ООО «ЗНАНИУМ»,</p> <p>Договор № 4309 эбс 33.03-Р-3.1-2215/2020 от «20» марта 2020 г. Сумма договора-30 000-00</p> <p>С «20» марта 2020 г. по «19» марта 2021г</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>         | Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.       |
| 12 | Информационно-аналитическая система Science Index | <p>Принадлежность сторонняя- ООО «Научная электронная библиотека»</p> <p>Договор № SIO-364/19 33.03-Р-3.1-2103/2019 от «17» февраля 2020 г. Сумма договора-90 000-00</p> <p>Срок действия с «17» февраля2020 г. по «16» февраля 2021 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ</p> | Дистанционная поддержка публикационной активности преподавателей университета  |
| 13 | Издательство Wiley                                | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 694</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-</p>                          | Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др. |

|    |   |   |  |
|----|---|---|--|
|    |   | адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации.  |  |
| 14 | QUESTEL ORBIT   | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 09.10.2020 г. № 1162</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт – <a href="https://orbit.com">https://orbit.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>  | <p>ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.</p>   |
| 15 | American Chemical Society   | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 637</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт – <a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа: <a href="https://pubs.acs.org/page/remotaccess">https://pubs.acs.org/page/remotaccess</a></p> | <p>Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society</p>   |
| 16 | База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 10.07.2020 г. № 712</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ.</p>  | <p>Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза.</p> <p>Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.</p> |
| 17 | Ресурсы   | Принадлежность сторонняя.   | Открыт доступ к ресурсам:  |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
|    | <p>международной компании Clarivate Analytics</p>      | <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 692</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ.</p> | <p><b>WEB of SCIENCE</b> – реферативная и наукометрическая база данных.<br/><b>MEDLINE</b> – реферативная база данных по медицине.</p>   |
| 18 | <p>Электронные ресурсы издательства SpringerNature</p> | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт<br/><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></li> <li>- Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></li> <li>- Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group <a href="https://www.nature.com/siteindex/index.html">https://www.nature.com/siteindex/index.html</a></li> <li>- Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols <a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a></li> <li>- Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a></li> <li>- Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме</li> <li>- Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a></li> <li>- Nano Database</li> </ul> |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
|    |  |  | <p><a href="https://goo.gl/PdhJdo">https://goo.gl/PdhJdo</a><br/> Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a></p>  |
| 19 | База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service  | <p>Принадлежность сторонняя.<br/> Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/> Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 635<br/> С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/> Ссылка на сайт – <a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a><br/> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.</p>     | <p>SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.</p> |
| 20 | Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect | <p>Принадлежность сторонняя.<br/> Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/> Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 772<br/> С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/> Ссылка на сайт – <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a><br/> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.<br/> Удаленный доступ.</p> | <p>«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов.<br/> «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук.<br/> Доступ к архивам 2015-2019 гг.</p>                        |
| 21 | American Institute of Physics (AIP)                        | <p>Принадлежность сторонняя.<br/> Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/> Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 № 1188<br/><br/> С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/> Ссылка на сайт – <a href="http://scitation.aip.org">http://scitation.aip.org</a><br/><br/> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>              | <p>Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP).</p>   |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
|    |  | Настройка удаленного доступа:<br><a href="https://www.scitation.org/remote-access">https://www.scitation.org/remote-access</a>   |  |
| 22 | Scopus   | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189<br><br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a> .<br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Удаленный доступ.   | Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства <b>ELSEVIER</b>  |
| 23 | Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество) | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a><br>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access">https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access</a> | Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии. |

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов:  
[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)  
[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)  
[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)  
[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)  
[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)  
[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)  
[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)  
[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)



[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)  
[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\),  
предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

61. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>

Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

62. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>

В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

63. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>

База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

64. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

65. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

66. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>

Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

67. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>

ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллиону структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

68. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>

PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

69. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>

Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.

70. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>

Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

71. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)

[http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru)

Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального

– бюллетеня.

–

### **13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Химия редких и рассеянных элементов» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

#### **13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе**

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для обучающихся, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

#### **13.2. Учебно-наглядные пособия**

Учебные пособия по дисциплине; презентации и раздаточный материал к разделам дисциплины.

#### **13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

#### **13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам дисциплины.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам дисциплины; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

#### **13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения**

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---|--|
| 1     | Неисключительная лицензия на использование Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprise<br>В составе:<br><br>23) В составе Microsoft Office Professional Plus 2019: | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 657 комплектов.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907<br>Каждый комплект включает:<br>1) Лицензию на комплекс для создания презентаций, электронных текстов и таблиц, обработки баз данных Microsoft Office.<br>2) Лицензию для подключения | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии |
|-------|--|--|--|----------------------------------|
|       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> <p>24) Microsoft Core CAL</p> <p>25) Microsoft Windows Upgrade</p> |  | <p>пользователей к серверным системам Microsoft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exchange Server Standard,</li> <li>• Exchange Server Enterprise,</li> <li>• SharePoint Server,</li> <li>• Skype для бизнеса Server,</li> <li>• Windows MultiPoint Server Premium,</li> <li>• Windows Server Standard,</li> <li>• Windows Server Data Center</li> </ul> <p>3) Лицензию на обновление операционной системы для рабочих станций Windows 10.<br/>Дополнительно на ВУЗ предоставляется право на использование 1 (одной) лицензии средств разработки в рамках учебных компьютеров одного технического, естественнонаучного факультета (кафедры) и предоставления студентам для целей обучения Azure Dev Tools for Teaching.<br/>Количество активаций неограниченно в рамках подразделения.</p> |                                  |
| 2     | <p>Неисключительная лицензия на использование Учебный Комплект Компас-3D v18 на 50 мест.<br/>Проектирование и конструирование в</p>  | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>2 лицензии на учебный комплект программного обеспечения для проектирования и конструирования в машиностроении, рассчитанные на</p>  | <p>бессрочно</p>                 |

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|---------------------------------------|---|--|
|       | машиностроении, лицензия.   |                                       | активацию на 50 мест каждая.  |  |
| 3     | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (одна) сетевая лицензия на 200 пользователей  | бессрочно  |
| 4     | Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition Legalization GetGenuine Legalization  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 150 лицензий. Соглашение Microsoft OLV № V6159937   | бессрочно  |
| 5     | Неисключительная лицензия на использование SysCtrDatactrCore ALNG LicSAPk OLVS 16License E 1Y AcademicEdition Additional Product CoreLic<br>Предоставляет право на использование продуктов Microsoft: Configuration Manager Data Protection Manager Endpoint Protection Operations Manager Orchestrator Service Manager Virtual Machine Manager | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (один) комплект, включающий 16 (шестнадцать) лицензий для активации на 16 (шестнадцати) физических процессорных ядрах. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|--|--|--|---|
| 6     | <p>Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP</p> <p>Приложения в составе подписки:<br/>Outlook<br/>OneDrive<br/>Word<br/>Excel<br/>PowerPoint<br/>Microsoft Teams</p>                    | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа.<br/>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 7.    | <p>Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft</p> <p>Приложения в составе подписки:<br/>Outlook<br/>OneDrive<br/>Word<br/>Excel<br/>PowerPoint<br/>Microsoft Teams</p>              | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>26280 лицензий для студентов ВУЗа.<br/>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p>                             | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 8.    | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License</p> <p>По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах</p>  | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий                         | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---|--|
| 9.    | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 20 лицензий для виртуальных и облачных сред | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 10.   | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов                           | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2000 лицензий для почтовых серверов         | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

#### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки                                      |
|--|---|---|
| <b>Раздел 1. Химические основы технологии редких и рассеянных элементов I, II и III групп.</b> | <b>Знает:</b><br>- химические основы и специфику основных процессов технологии редких и рассеянных элементов;<br>- требования к чистоте основных функциональных материалов ЯТЦ и методы очистки от элементов-аналогов и других примесных элементов;<br>- методы конверсии соединений редких элементов и свойства основных промежуточных и конечных продуктов;<br>- основные сырьевые источники редких элементов и принципы построения | Оценка за контрольную работу № 1<br><br>Оценка за экзамен (7 семестр) |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>технологических схем их переработки с учетом минералогического и химического составов.</p> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составлять цепочки превращений и технологические схемы переработки редкоземельного сырья с учетом его природы и назначения целевых продуктов;</li> <li>- обосновать выбор, оптимальные соотношения реагентов и условия проведения процессов переработки минерального, техногенного и вторичного сырья и отходов с получением высокочистых или ядерно-чистых соединений редких элементов.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками практического применения знаний об особенностях химии редких и рассеянных элементов для совершенствования известных процессов технологии их выделения и очистки, создания принципиально новых экологически и экономически более совершенных вариантов производства конструкционных и топливных материалов ядерной энергетики.</li> </ul> |  |
| <p><b>Раздел 2. Химические основы технологии редких и рассеянных элементов IV и V групп.</b></p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- химические основы и специфику основных процессов технологии редких и рассеянных элементов;</li> <li>- требования к чистоте основных функциональных материалов ЯТЦ и методы очистки от элементов-аналогов и других примесных элементов;</li> <li>- методы конверсии соединений редких элементов и свойства основных промежуточных и конечных продуктов;</li> <li>- основные сырьевые источники редких элементов и принципы построения технологических схем их переработки с учетом минералогического и химического составов.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составлять цепочки превращений и технологические схемы переработки редкоземельного сырья с учетом его природы и назначения целевых продуктов;</li> <li>- обосновать выбор, оптимальные соотношения реагентов и условия проведения процессов переработки</li> </ul>   | <p>Оценка за контрольную работу № 2</p> <p>Оценка за экзамен (7 семестр)</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>минерального, техногенного и вторичного сырья и отходов с получением высокочистых или ядерно-чистых соединений редких элементов.</p> <p><b>Владеет:</b><br/> - навыками практического применения знаний об особенностях химии редких и рассеянных элементов для совершенствования известных процессов технологии их выделения и очистки, создания принципиально новых экологически и экономически более совершенных вариантов производства конструкционных и топливных материалов ядерной энергетики.</p>   |  |
| <p><b>Раздел 3. Химические основы технологии урана как представителя семейства актинидов</b></p> | <p><b>Знает:</b><br/> - химические основы и специфику основных процессов технологии редких и рассеянных элементов;<br/> - требования к чистоте основных функциональных материалов ЯТЦ и методы очистки от элементов-аналогов и других примесных элементов;<br/> - методы конверсии соединений редких элементов и свойства основных промежуточных и конечных продуктов;<br/> - основные сырьевые источники редких элементов и принципы построения технологических схем их переработки с учетом минералогического и химического составов.</p> <p><b>Умеет:</b><br/> - составлять цепочки превращений и технологические схемы переработки редкоземельного сырья с учетом его природы и назначения целевых продуктов;<br/> - обосновать выбор, оптимальные соотношения реагентов и условия проведения процессов переработки минерального, техногенного и вторичного сырья и отходов с получением высокочистых или ядерно-чистых соединений редких элементов.</p> <p><b>Владеет:</b><br/> - навыками практического применения знаний об особенностях химии редких и рассеянных элементов для совершенствования известных процессов технологии их выделения и очистки,</p> | <p>Оценка за контрольную работу № 3</p> <p>Оценка за экзамен (7 семестр)</p> |



|  |  |  |
|--|--|--|
|  | создания принципиально новых экологически и экономически более совершенных вариантов производства конструкционных и топливных материалов ядерной энергетики. |  |
|--|--|--|

## **15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
«Химия редких и рассеянных элементов»**

**основной образовательной программы**

**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

код и наименование направления подготовки (специальности)

**специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного**

**топливного цикла»**

наименование ООП

Форма обучения: очная

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения                          |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
| 2.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
| 3.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
| 4.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА  
В ТЕХНОЛОГИИ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ»**

**Специальность 18.05.02 Химическая технология материалов  
современной энергетики**

**Специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного  
топливного цикла»**

**Квалификация «инженер»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2020 г.**

Программа составлена:

к.х.н., доцентом кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе  
(ТРЭН) РХТУ им. Д.И. Менделеева А.В. Жуковым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
технологии редких элементов и наноматериалов на их основе «10» марта 2020 г.,  
протокол №14.

## СОДЕРЖАНИЕ

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | Цели и задачи дисциплины   | 4  |
| 2.    | Требования к результатам освоения дисциплины   | 4  |
| 3.    | Объем дисциплины и виды учебной работы   | 5  |
| 4.    | Содержание дисциплины  | 5  |
| 4.1.  | Разделы дисциплины и виды занятий  | 5  |
| 4.2.  | Содержание разделов дисциплины   | 6  |
| 5.    | Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины  | 8  |
| 6.    | Практические и лабораторные занятия  | 8  |
| 6.1.  | Практические занятия. Примерные темы практических занятий по дисциплине  | 8  |
| 6.2.  | Лабораторные занятия   | 9  |
| 7.    | Самостоятельная работа   | 9  |
| 8.    | Примеры оценочных средств для контроля освоения дисциплины   | 10 |
| 8.1.  | Примерная тематика реферативно-аналитической работы  | 10 |
| 8.2.  | Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины   | 10 |
| 9.    | Учебно-методическое обеспечение дисциплины   | 15 |
| 9.1.  | Рекомендуемая литература   | 15 |
| 9.2.  | Рекомендуемые источники научно-технической информации  | 16 |
| 9.3.  | Средства обеспечения освоения дисциплины   | 16 |
| 10.   | Методические указания для обучающихся  | 17 |
| 10.1  | Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                | 17 |
| 10.2  | Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                 | 17 |
| 11.   | Методические указания для преподавателей   | 17 |
| 11.1. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий | 17 |
| 11.2. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий  | 18 |
| 12.   | Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе  | 19 |
| 13.   | Материально-техническое обеспечение дисциплины   | 29 |
| 13.1. | Оборудование, необходимое в образовательном процессе:  | 29 |
| 13.2. | Учебно-наглядные пособия   | 29 |
| 13.3. | Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства  | 29 |
| 13.4. | Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы  | 29 |
| 13.5. | Перечень лицензионного программного обеспечения  | 29 |
| 14.   | Требования к оценке качества освоения программы  | 34 |
| 15.   | Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья                                 | 35 |

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой технологии редких элементов и наноматериалов на их основе РХТУ им. Д.И.Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Химия твердого тела в технологии редких элементов» относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей и неорганической химии, физической химии, ядерной физики. технологии основных материалов современной энергетики.

**Цель дисциплины** – формирование у обучающихся углубленных знаний по химии твердого тела и кристаллохимии применительно к решению задач в области технологии материалов современной энергетики.

### **Задачи дисциплины:**

- изучение теоретических основ химии твердого тела и методов изучения твердого состояния;
- изучение связи между физическими свойствами и структурой твердых тел и влияния дефектов на физические свойства и реакционную способность;
- формирование умения работы с литературными источниками и использования полученных знаний для решения практических задач в области химии твердого тела.

Дисциплина «Химия твердого тела в технологии редких элементов» преподается в 7 семестре. Контроль успеваемости обучающихся ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Химия твердого тела в технологии редких элементов» при подготовке инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», направлено на формирование следующих компетенций:

### **Профессиональные компетенции (ПК):**

- способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

#### **знать:**

- основные понятия химии твердого тела, синтез и описание твердых тел и симметрии кристаллических структур;
- экспериментальные методы изучения кристаллических структур;
- связь между физическими свойствами и структурой твердых тел;

#### **уметь:**

- составлять описание структуры и свойств веществ на основе данных современных методов исследования твердых тел;

- проводить литературный поиск, анализировать химическую информацию, выделяя основные проблемы из области химии твердого тела, предлагать пути их решения;

**владеть:**

- навыками решения практических задач химии твердого тела из разделов: описание симметрии кристаллических структур, рентгенография, дефекты в твердых телах, реакционная способность твердых веществ и т.п.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                                    | зачетных единиц     | академ. часов |
|--|---------------------|---------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>2</b>            | <b>72</b>     |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>0,8</b>          | <b>32</b>     |
| Лекции   | 0,4                 | 16            |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 0,4                 | 16            |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                    | <b>1,1</b>          | <b>40</b>     |
| Контактная самостоятельная работа                      | 1,1                 | 0,2           |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                     | 39,8          |
| <b>Вид итогового контроля</b>                          | <b><u>зачет</u></b> |               |

| Виды учебной работы                                    | зачетных единиц     | астроном. часов |
|--|---------------------|-----------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>2</b>            | <b>54</b>       |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>0,8</b>          | <b>24</b>       |
| Лекции   | 0,4                 | 12              |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 0,4                 | 12              |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                    | <b>1,1</b>          | <b>30</b>       |
| Контактная самостоятельная работа                      | 1,1                 | 0,15            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                     | 28,5            |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         | <b><u>зачет</u></b> |                 |

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п    | Раздел дисциплины   | Часов     |          |                  |                |
|----------|---|-----------|----------|------------------|----------------|
|          |   | Всего     | Лекции   | Практич. занятия | Самост. работа |
| <b>1</b> | <b>Раздел 1. Введение в химию твердого тела. Монокристаллы.</b>   | <b>39</b> | <b>9</b> | <b>8</b>         | <b>22</b>      |
| 1.1      | Введение в химию твердого тела. Материалы, их классификация. Кристаллические и аморфные тела. Химическая связь в твердых телах. Неорганические структуры. | 4         | 1        | 1                | 2              |
| 1.2      | Структура кристалла и пространственная решетка. Огранка   | 7         | 1        | 2                | 4              |



| № п/п    | Раздел дисциплины   | Часов     |           |                  |                |
|----------|---|-----------|-----------|------------------|----------------|
|          |   | Всего     | Лекции    | Практич. занятия | Самост. работа |
|          | кристалла. Основные законы. Символы в кристаллографии.  |           |           |                  |                |
| 1.3      | Кристаллические структуры твердых тел   | 15        | 3         | 3                | 9              |
| 1.4      | Дефекты структуры твердых тел. Изоморфизм   | 13        | 4         | 2                | 7              |
| <b>2</b> | <b>Раздел 2. Поликристаллы. Методы исследования твердых тел</b>                                   | <b>13</b> | <b>3</b>  | <b>4</b>         | <b>6</b>       |
| 2.1      | Свойства порошков. Текстура. Керамика. Композиты  | 6         | 1         | 2                | 3              |
| 2.2      | Методы исследования твердых тел. Рентгенофазовый анализ   | 7         | 2         | 2                | 3              |
| <b>3</b> | <b>Раздел 3. Аморфные тела, стекла, ситаллы. Функциональные неорганические наноматериалы</b>      | <b>20</b> | <b>4</b>  | <b>4</b>         | <b>12</b>      |
| 3.1      | Характеристика аморфных тел. Методы получения. Критерии аморфизации                               | 7         | 2         | 1                | 4              |
| 3.2      | Модели структуры стекла   | 7         | 1         | 2                | 4              |
| 3.3      | Дисперсные системы. Наноматериалы. Покрывания и пленки. Нитевидные материалы. Пористые материалы. | 6         | 1         | 1                | 4              |
|          | Всего часов   | <b>72</b> | <b>16</b> | <b>16</b>        | <b>40</b>      |

#### 4.2. Содержание разделов дисциплины

##### Раздел 1. Введение в химию твердого тела. Монокристаллы.

1.1. Введение в химию твердого тела. Материалы, их классификация. Кристаллические и аморфные тела. Химическая связь в твердых телах. Неорганические структуры.

Объекты химии твердого тела. Материя. Материалы. Классификация материалов по составу и областям применения. Функциональные материалы. Метаматериалы. Наноматериалы. Твердые тела. Кристаллические и аморфные тела, их особенности. Типы химической связи в твердых телах. Комплексные соединения. Координационные полиэдры. Неорганические структуры, их классификация.

1.2. Структура кристалла и пространственная решетка. Огранка кристалла. Основные законы. Символы в кристаллографии

Кристалл и признаки кристаллического тела. Элементарная ячейка. Пространственная решетка и ее элементы. Структура кристалла. Огранка кристалла. Закон постоянства углов и закон целых чисел. Символы узлов, рядов, плоскостей. Параметры Вейсса. Индексы Миллера.

1.3. Кристаллические структуры твердых тел.

Понятие симметрии. Операции и элементы симметрии 1 рода. Операции и элементы симметрии 2 рода. Кристаллографические категории. Сингонии. Формула симметрии. Правила записи международного символа точечной группы. Международные символы классов симметрии. Символы Шенфлиса.

Классы симметрии, их описание: простейшие классы, центральные классы, планальные классы, аксиальные классы, планаксиальные классы, инверсионно-примитивные классы, инверсионно-планальные классы. Комплексы элементов симметрии

32 классов. Энантиоморфные многогранники. Кратность точечной группы симметрии, голоэдриа, гемиморфия. Формы кристаллов.

Четырнадцать решеток Бравэ, их характеристики. Элементы симметрии кристаллических структур (плоскости симметрии и плоскости скользящего отражения, винтовые и поворотные оси и их обозначения). Пространственные группы симметрии, правила записи. Основные типы структур. Политипия.

#### 1.4. Дефекты структуры твердых тел. Изоморфизм.

Типы движений атомов и ионов в кристаллической решетке. Дефекты, их классификация. Виды точечных дефектов. Линейные дефекты: цепочки точечных дефектов, дислокации. Вектор Бюргерса. Поверхностные дефекты: двойникование, границы между кристаллитами, блоками и доменами, дефекты упаковки и плоскости кристаллохимического сдвига. Объемные дефекты. Стехиометрические и нестехиометрические дефекты. Изоструктурные кристаллы. Изоморфизм. Твердые растворы, их виды. Диаграммы плавкости бинарных систем. Правило Вегарда. Нестехиометрические соединения. Отличительные свойства нестехиометрических соединений. Классификация бинарных нестехиометрических соединений.

Тройные и более сложные нестехиометрические соединения. Классификация соединений включения. Клатраты, их классификация и виды. Тубулатоклатраты. Интеркалаты. Стадии интеркаляции.

### **Раздел 2. Поликристаллы. Методы исследования твердых тел**

#### 2.1. Свойства порошков. Текстура. Керамика. Композиты.

Поликристаллы. Порошки, их классификация. Фракционный и гранулометрический состав. Средний размер частиц и его связь с удельной поверхностью. Характеристики порошков. Границы и поверхности раздела. Кристаллит, его отличие от блока. Домены. Текстура и ее виды. Керамика, ее классификации. Способы определения среднего размера зерна и объемной доли фаз по микрофотографиям. Композиционные материалы. Основные типы наполнителей, матрицы. Свойства композитов. Нанокompозиты.

#### 2.2. Методы исследования твердых тел. Рентгенофазовый анализ

Основные современные методы исследования твердых тел. Микроскопия. Дифракционные методы. Рентгенофазовый анализ. Дифрактограммы кристаллических и аморфных тел. Базы данных. Качественный анализ. Количественный анализ. Расчет параметров решетки. Расчет размеров кристаллитов. Расчет микронапряжений.

### **Раздел 3. Аморфные тела, стекла, ситаллы. Функциональные неорганические наноматериалы**

#### 3.1. Характеристика аморфных тел. Методы получения. Критерии аморфизации

Аморфные тела. Стекло. Методы получения аморфных материалов и стекол. Получение аморфных веществ из жидкой фазы. Получение аморфных веществ из газовой фазы. Аморфизация кристаллических материалов. Термодинамика и кинетика аморфизации. Критерии аморфизации. Металлические стекла. Функциональные стекла.

#### 3.2. Модели структуры стекла

Модели структуры стекла. Кристаллитная модель. Модель неупорядоченной сетки. Модель Бернала. Модель Гаскела. Модель на основе полиэдров Франка-Каспера. Полиэдры Воронова. Дисклинация и диспирация, модели на основе дисклинационных дефектов.

#### 3.3. Дисперсные системы. Наноматериалы. Покрытия и пленки. Нитевидные материалы. Пористые материалы

Дисперсные системы. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию, по размеру, по мерности. Наночастицы и нанопорошки. Покрытия и пленки. Эпитаксия и топотаксия. Нитевидные наноматериалы. Пористые материалы.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:  | Раздел |   |   |
|--|---|--------|---|---|
|  |   | 1      | 2 | 3 |
|  | <b>Знать:</b>   |        |   |   |
| 1  | основные понятия химии твердого тела, синтез и описание твердых тел и симметрии кристаллических структур;   | +      | + | + |
| 2.   | экспериментальные методы изучения кристаллических структур  |        | + |   |
| 3.   | связь между физическими свойствами и структурой твердых тел   | +      | + | + |
|  | <b>Уметь:</b>   |        |   |   |
| 4  | составлять описание структуры и свойств веществ на основе данных современных методов исследования твердых тел   | +      | + | + |
| 5.   | проводить литературный поиск, анализировать химическую информацию, выделяя основные проблемы из области химии твердого тела, предлагать пути их решения   | +      | + | + |
|  | <b>Владеть:</b>   |        |   |   |
| 3  | навыками решения практических задач химии твердого тела из разделов: описание симметрии кристаллических структур, рентгенография, дефекты в твердых телах, реакционная способность твердых веществ и т.п.         | +      | + |   |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен приобрести следующие <b>компетенции:</b> |   |        |   |   |
|  | <b>Профессиональные компетенции:</b>  |        |   |   |
| 4  | - способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1) |        | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1 Практические занятия. Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Учебным планом предусмотрены практические занятия обучающегося в специалитете в объеме 16 акад. ч.

| № п/п | № раздела | Темы практических занятий  | Часы |
|-------|-----------|--|------|
| 1     | 1.1       | Определение КЧ в комплексных соединениях. Анализ координационных полиэдров. Ознакомление с неорганическими структурами на примере силикатов. | 1    |
| 2     | 1.2       | Определение символов узлов, рядов, плоскостей.   |      |

|   |          |   |   |
|---|----------|---|---|
|   |          | Построение плоскостей по индексам Миллера.  | 2 |
| 3 | 1.3      | Освоение формул симметрии и правил записи международных символов точечной группы, классов симметрии, символов Шенфлиса.<br>Определение кратности точечной группы симметрии.<br>Изучение формы кристаллов. Освоение правила записи пространственных групп симметрии. | 3 |
| 4 | 1.4      | Тройные и более сложные нестехиометрические соединения. Клатраты. Тубулатоклатраты. Интеркалаты. Стадии интеркаляции.   | 2 |
| 5 | 2.1      | Расчет среднего размера частиц по данным удельной поверхности. Определение среднего размера зерна и объемной доли фаз по микрофотографиям.  | 2 |
| 6 | 2.2      | Качественный анализ и количественный рентгенофазовый анализ. Расчет параметров решетки. Расчет размеров кристаллитов. Расчет микронапряжений.   | 2 |
| 7 | 3.1, 3.2 | Изучение методов получения аморфных материалов и стекол. Определение способности к аморфизации по критериям. Изучение моделей структуры стекла.   | 3 |
| 8 | 3.3      | Изучение дисперсных системы.  | 1 |

## 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия программой не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа обучающегося в специалитете в объеме 40 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала и подготовку к контрольным работам по разделам дисциплины;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и онлайн семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу дисциплины.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8 ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1 Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

### 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Текущий контроль освоения дисциплины в 7 семестре включает в себя 3 контрольные работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет: за контрольную работу № 1 – 40 баллов, за контрольные работы № 2 и № 3 – по 30 баллов за каждую. Максимальная оценка за текущий контроль освоения дисциплины в семестре составляет 100 баллов.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка работы - 40 баллов. Билет контрольной работы содержит 10 вопросов, максимальная оценка за каждый вопрос – 4 балла.**

- 1 Дайте определение материалам.
- 2 Классификация материалов.
- 3 Что такое функциональные материалы? Приведите примеры.
- 4 Что такое метаматериалы?
- 5 Дайте определение наноматериалам.
- 6 Что такое твердое тело? Виды твердых тел.
- 7 Особенности кристаллических и аморфных тел.
- 8 Основные типы связей
- 9 Что такое ионная связь?
- 10 Дайте определение ковалентной связи
- 11 Что такое металлическая связь?
- 12 Водородная связь.
- 13 Координационная связь и комплексные соединения. Дайте определения.
- 14 Что такое координационное число? Лиганд?
- 15 Основные координационные фигуры.
- 16 Элементы координационные полиэдров.
- 17 Что такое мостиковый атом?
- 18 Виды неорганических структур на примере силикатов.
- 19 Что такое ван-дер-ваальсовая щель?
- 20 Что такое кристалл?
- 21 Чем характеризуется атомное строение кристалла?
- 22 Элементарная ячейка. Типы кристаллических решеток.
- 23 Что такое период трансляции?
- 24 Что такое примитивная ячейка?
- 25 Что такое структура кристалла?
- 26 Дайте определение пространственной решетке.
- 27 Что такое огранка кристалла?
- 28 Закон постоянства углов.
- 29 Закон целых чисел.
- 30 Символы узлов.

- 31 Символы рядов.
- 32 Символы плоскостей.
- 33 Параметры Вейсса.
- 34 Индексы Миллера.
- 35 Укажите плоскость (011) для кубического кристалла.
- 36 Укажите плоскость (101) для кубического кристалла.
- 37 Укажите плоскость (-213) для кубического кристалла.
- 38 Укажите плоскость (-3-31) для кубического кристалла.
- 39 Укажите плоскость (300) для кубического кристалла.
- 40 Укажите плоскость (123) для кубического кристалла.
- 41 Укажите плоскость (3-21) для кубического кристалла.
- 42 Укажите плоскость (1-1-1) для кубического кристалла.
- 43 Укажите плоскость (2-23) для кубического кристалла.
- 44 Укажите плоскость (4-10) для кубического кристалла.
- 45 Укажите плоскость (1-20) для кубического кристалла.
- 46 Укажите плоскость (30-1) для кубического кристалла.
- 47 Укажите плоскость (404) для кубического кристалла.
- 48 Укажите плоскость (142) для кубического кристалла.
- 49 Укажите плоскость (-1-41) для кубического кристалла.
- 50 Укажите плоскость (-1010) для гексагонального кристалла.
- 51 Укажите плоскость (-1100) для гексагонального кристалла.
- 52 Укажите плоскость (0-110) для гексагонального кристалла.
- 53 Укажите плоскость (1-100) для гексагонального кристалла.
- 54 Укажите плоскость (10-10) для гексагонального кристалла.
- 55 Укажите плоскость (01-10) для гексагонального кристалла.
- 56 Что такое симметрия?
- 57 Элементы симметрии.
- 58 Операции и элементы симметрии 1 рода.
- 59 Что такое плоскость симметрии?
- 60 Дайте определение оси симметрии. Что такое элементарный угол и порядок оси?
- 61 Что такое центр симметрии?
- 62 Операции и элементы симметрии 2 рода.
- 63 Дайте определение инверсионной оси симметрии.
- 64 Элементы пространственной симметрии.
- 65 Кристаллографические категории.
- 66 Что такое сингония?
- 67 Класс симметрии.
- 68 Формула симметрии. Правила записи международного символа точечной группы.
- 69 Международные символы классов симметрии (символы Германа-Могена).
- 70 Символы Шенфлиса.
- 71 Описание классов симметрии.
- 72 Что такое энантиоморфные многогранники?
- 73 Кратность (порядок) точечной группы.
- 74 Дайте определение голоэдриа и гемиморфия.
- 75 Укажите простые формы кристаллов низшей категории.
- 76 Укажите простые формы кристаллов средней категории.
- 77 Укажите простые формы кристаллов высшей категории.
- 78 Физические различные формы кристаллов.

- 79 Решетки Бравэ.
- 80 Условия выбора ячеек Бравэ.
- 81 Элементы симметрии кристаллических структур.
- 82 Что такое винтовая ось симметрии?
- 83 Дайте определение пространственной группе симметрии.
- 84 Основные типы структур: структура меди, магния, вольфрама.
- 85 Основные типы структур: структура каменной соли, алмаза, графита.
- 86 Основные типы структур: структура сфалерита и вюрцита.
- 87 Основные типы структур: структура перовскита, шпинели, корунда.
- 88 Что такое политипы? Примеры.
- 89 Дайте определение полиморфизму и аллотропии.

### Пример задания к контрольной работе № 1

#### ВАРИАНТ 1

1. Укажите плоскость (10-10) для гексагонального кристалла.
2. Что такое огранка кристалла?
3. Дайте определение инверсионной оси симметрии.
4. Символы узлов.
5. Что такое энантиоморфные многогранники?
6. Что такое кристалл?
7. Основные типы структур: структура каменной соли, алмаза, графита.
8. Элементы симметрии кристаллических структур.
9. Что такое координационное число? Лиганд?
10. Что такое твердое тело? Виды твердых тел.

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка 30 баллов. Билет контрольной работы содержит 8 вопросов, максимальная оценка за каждый вопрос – 3,75 балла.**

- 1 Что такое дефекты?
- 2 Типы дефектов.
- 3 Точечные дефекты. Виды точечных дефектов.
- 4 Линейные дефекты. Виды линейных дефектов.
- 5 Дислокации. Вектор Бюргера.
- 6 Что такое плотность дислокаций и энергия дислокаций?
- 7 Поверхностные дефекты. Виды поверхностных дефектов.
- 8 Что такое дефекты упаковки и кристаллографический сдвиг?
- 9 Объемные дефекты.
- 10 Стехиометрические и нестехиометрические дефекты.
- 11 Изоструктурные кристаллы.
- 12 Изоморфизм.
- 13 Что такое твердый раствор?
- 14 Виды твердых растворов.
- 15 Диаграммы плавкости бинарных систем.
- 16 Правило Вегарда.
- 17 Изоморфное замещение.
- 18 Нестехиометрические соединения.
- 19 Отличительные свойства нестехиометрических соединений.

- 20 Классификация нестехиометрических соединений.
- 21 Область гомогенности. Дальтониды и бертоллиды.
- 22 Тройные и более сложные нестехиометрические соединения.
- 23 Классификация соединений включения.
- 24 Что такое клатраты? Виды клатратов.
- 25 Газовые гидраты. Примеры.
- 26 Решетчатые клатраты. Примеры.
- 27 Тубулатоклатраты.
- 28 Интеркалаты. Примеры.
- 29 Стадии интеркаляции.
- 30 Поликристаллическое тело. Дайте определение.
- 31 Что такое порошок?
- 32 Классификация порошков по размерам.
- 33 Фракционный и гранулометрический состав порошков. Методы определения.
- 34 Характеристики порошков.
- 35 Связь удельной поверхности порошков с о средним размером.
- 36 Границы и поверхности раздела, виды.
- 37 Дайте определение кристаллиту.
- 38 Отличие кристаллитов от блоков и зерен.  
Классификация внутренней поверхности раздела по типу структуры
- 39 разделяемых областей кристалла.
- 40 Виды границ между двумя твердыми фазами.
- 41 Эпитаксия и топотаксия.
- 42 Когерентные границы.
- 43 Полукогерентные границы.
- 44 Некогерентные границы.
- 45 Что такое текстура? В каких случаях она появляется?
- 46 Виды текстуры.
- 47 Что такое керамика?
- 48 Классификации керамики.
- 49 Дайте определение функциональной керамики, приведите примеры.
- 50 Способы определения среднего размера зерна.
- 51 Способы определения объемной доли фаз.
- 52 Что такое композиционные материалы?
- 53 Основные типы наполнителей композитов.
- 54 Типы матриц композитов.
- 55 Чем определяются свойства композитов?

### **Пример задания к контрольной работе № 2**

#### **Вариант 6**

1. Связь температуры стеклования со скоростью снижения температуры.
2. Аморфные вещества и материалы.
3. Виды диспираций.
4. Характеристические температуры. Как их определяют?
5. Устойчивость стекол.
6. Методы получения аморфных веществ из газовой фазы
7. Какой вязкости соответствует температура стеклования?
8. Термодинамический и кинетический подходы для описания перехода из расплавленного состояния в аморфное



**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 30 баллов. Билет контрольной работы содержит 8 вопросов, максимальная оценка за каждый вопрос– 3,75 балла.**

- 1 Аморфные вещества и материалы.
- 2 Что такое стекло? Дайте определение.
- 3 Чем определяются физические свойства аморфных тел.
- 4 Методы получения аморфных материалов.
- 5 Методы получения аморфных веществ из жидкой фазы.
- 6 Методы получения аморфных веществ из газовой фазы.
- 7 Методы получения аморфных веществ из твердой фазы.
- 8 Что такое структурное стеклование?
- 9 Какой вязкости соответствует температура стеклования?
- 10 Связь удельного объема при кристаллизации и стекловании с температурой. Термодинамический и кинетический подходы для описания перехода из расплавленного состояния в аморфное
- 11 ТТТ диаграммы
- 12 Кристаллитная модель.
- 13 Модель неупорядоченной сетки.
- 14 Модель Бернала.
- 15 Что такое полиэдры Бернала и дыры Бернала?
- 16 Модель Гаскела.
- 17 Модель на основе полиэдров Франка-Каспера.
- 18 Полиэдры Воронова.
- 19 Что такое дисклинации?
- 20 Дайте определение диспирации.
- 21 Вектор Франка.
- 22 Виды дисклинаций.
- 23 Виды диспираций.
- 24 Дисклинации Ривьера.
- 25 Полиэдрические модели. Структурные критерии аморфизации: условия стеклования и критерий
- 26 Стэнворта.
- 27 Химические критерии аморфизации.
- 28 Эмпирические правила образования металлических стекол.
- 29 Критерий на основе критической скорости охлаждения.
- 30 Критерии на основе приведенной температуры.
- 31 Определение способности к аморфизации по виду диаграмм состояния.
- 32 Устойчивость стекол.
- 33 Характеристические температуры. Как их определяют? Связь температуры стеклования со скоростью снижения температуры. Зона
- 34 переохлаждения.
- 35 Критическая скорость закаливания.
- 36 Влияние значений критической скорости от состава стекол.
- 37 Классификация функциональных стекол. Примеры
- 38 Что такое ситаллы и как их получают?

## Пример задания к контрольной работе № 3

### Вариант 4

1. Полукогерентные границы.
2. Виды текстуры.
3. Дайте определение кристаллиту.
4. Объемные дефекты.
5. Виды границ между двумя твердыми фазами.
6. Изоморфное замещение.
7. Диаграммы плавкости бинарных систем
8. Способы определения объемной доли фаз.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А) Основная литература:

1. Кригер В.Г., Каленский А.В., Ананьева М.В. Избранные главы химии твердого тела: учебное пособие. Кемерово: Издательство КемГУ, 2014. 139 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/58328> (дата обращения: 20.02.20). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Химия твердого тела и химическое материаловедение : учебно-методическое пособие / составители В. В. Козик [и др.]. – Томск : ТГУ, 2018. 52 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/112898> (дата обращения: 20.02.20). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Косенко Н.Ф. Кристаллография и кристаллохимия: учеб. пособие. Иваново: ИГХТУ. 2017. 240 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/107401> (дата обращения: 20.02.20). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Б) Дополнительная литература:

1. Ильин А.П., Гордина Н.Е., Химия твердого тела: Учебное пособие. ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т, Иваново, 2006. 216 с. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/4486> (дата обращения: 20.02.20). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Кузьмина Л.В. Задачник по химии твердого тела: учебное пособие. Кемерово: Издательство КемГУ, 2010. 63 с. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/30113> (дата обращения: 20.02.20). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Филатов, С.К., Кривовичев С.В., Бубнова Р.С. Общая кристаллохимия. Санкт-Петербург : СПбГУ, 2018. 276 с. — ISBN 978-5-288-05812-7. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/109482> (дата обращения: 20.02.20). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии – 2-е изд., испр. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. 416 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/2173> (дата обращения: 20.02.20). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Шаскольская М.П. Кристаллография: Учеб. Пособие для вузов - 2-е изд. М.: Высш. шк., 1984. 376 с.

6. Вест А. Химия твердого тела. Теория и приложения: В 2-х ч. М., Мир, 1988. 556 с.

## 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

Журнал «Физика твердого тела», ISSN 0367-3294

Журнал «Applied solid state chemistry», ISSN 2619-0141

Журнал «Итоги науки и техники. Серия: Кристаллохимия. ISSN 0202-7984

Журнал «Кристаллография» ISSN 0023-4761.

## 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации лекций по дисциплине;
- раздаточный материал к лекциям по дисциплине.

При переходе на электронное обучение (ЭО) и дистанционные образовательные технологий (ДОТ) для реализации рабочей программы применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения дисциплины:

- электронная информационно-образовательная среда РХТУ (ЭИОС);
- сервисы по доставке e-mail сообщений;
- платформа для проведения онлайн конференций и вебинаров – zoom (<https://zoom.us>).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

– Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 20.02.20).

– Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4> (дата обращения: 20.02.20).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 20.02.20)

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 20.02.20)

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 10.05.2019)

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 20.02.20).

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### *10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий*

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в специалитете направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «Химия твердого тела в технологии редких элементов» включает 3 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала дисциплины рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных и электронных научно-информационных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого раздела дисциплины заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний.

Наибольшую трудоемкость составляет самостоятельная работа при подготовке к контрольным работам.

В процессе подготовки рекомендуется:

1. Внимательно изучить лекционный материал. Для этого используются конспекты лекций.
2. Для подготовки использовать рекомендованную основную и дополнительную литературу, интернет-ресурсы и т.п.
3. Найти материал для ответов на вопросы к контрольным работам из списка п. 8.2. Для лучшего усвоения материала рекомендуется дать ответы в письменном виде.

Совокупная оценка текущей работы обучающегося в специалитете по дисциплине в 7 семестре складывается из оценок за 3 контрольные работы, а также из результатов работы на практических занятиях. Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет 100 баллов. В соответствии с учебным планом, изучение дисциплины завершается зачетом, который обучающийся получает по результатам текущей работы. Если обучающийся в течение семестра набрал менее 50 баллов, зачет по данной дисциплине считается не сданным.

### *10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий*

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

### ***11.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий***

Дисциплина «Химия твердого тела в технологии редких элементов» преподается в 7 семестре и включает лекции, практические занятия и самостоятельную подготовку по всем разделам.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что обучающиеся в специалитете имеют общую подготовку по общенаучным, общеинженерным дисциплинам и основным профессиональным дисциплинам специалитета, в объеме, предусмотренном учебным планом, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим, материал дисциплины должен опираться на полученные знания и быть ориентирован на их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями. Обучение организовано как в виде традиционных лекций и практических занятий, так и научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться взаимосвязь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Химия твердого тела в технологии редких элементов» является формирование у обучающихся компетенций в области теоретических основ химии твердого тела и методов изучения твердого состояния, обучение работе с литературными источниками и использованию полученных знаний для решения практических задач в области химии твердого тела.

При проведении занятий желательно обращаться к опыту ведущих зарубежных и отечественных научно-исследовательских центров, научно-производственных фирм и предприятий, использовать их научные, информационные и рекламные материалы и проводить их сравнительный анализ.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по дисциплине является широкое использование наглядных пособий и иллюстративного материала, в том числе с использованием средств мультимедийной техники и необходимого раздаточного материала. После изложения лекций теоретический материал необходимо закреплять на практических занятиях.

Для своевременной подготовки обучающихся к практическим занятиям преподавателям рекомендуется назвать тему и выдать задания на самостоятельную подготовку заблаговременно, в течение недели.

После проведения каждого практического занятия преподаватель может выдавать обучающимся дополнительные задания для закрепления полученных практических навыков в ходе последующего самостоятельного изучения разделов дисциплины, а также рекомендовать обучающимся проработку дополнительной литературы по тематике занятия, организуя ее обсуждение на практических занятиях, формирует у обучающихся навык к самостоятельной работе с разнообразными литературными источниками.

### ***11.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий***

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1.

Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; текущий контроль в режиме тестирования и в виде коллоквиума; самостоятельная работа

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

## 12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2020 составляет 1 715 452 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

### **Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения**

| № | Электронный ресурс | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором |
|---|--------------------|---|---|
|---|--------------------|---|---|

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| 1 | <p>Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ»</p>   | <p>Принадлежность - сторонняя<br/> Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г.<br/> Сумма договора – 642 083-68<br/> Срок действия с «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Дополнительный Договор № 33.03-Р-3.1-2217/2020 от 02.03.2020 г.<br/> Сумма договора- 30 994-52<br/> Срок действия с «02» марта 2020 г. по «25» сентября 2020 г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br/> Сумма договора – 747 661-28<br/> Срок действия Договора с «26» сентября 2020г. по «25» сентября 2021г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.<br/> Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p> | <p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки"-изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика»-изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент»- изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> |
| 2 | <p>Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)</p> | <p>Принадлежность – собственная РХТУ.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a><br/> Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера</p>   | <p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>  |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 3 | Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России». | Принадлежность сторонняя.<br>Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 189-2647А/2019 От 09.01.2020 г.<br>Сумма договора – 601110-00 С «01» января.2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a><br>Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ. | Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД   |
| 4 | Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ).                                     | Принадлежность – сторонняя<br>Реквизиты договора – ФГБУ РГБ, Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br>Сумма договора - 398 840-00 С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a><br>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.   | В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации. |
| 5 | БД ВИНТИ РАН  | Принадлежность сторонняя,<br>Реквизиты договора- ВИНТИ РАН<br>Договор № 33.03-Р-3.1-2047/2019 от 25 февраля 2020 г.<br>Сумма договора - 100 000-00 С «25» февраля 2020 г. по «24» февраля 2021 г.<br>Ссылка на сайт- <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a><br>Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.                       | Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов  |



|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| 6 | Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru» | <p>Принадлежность – сторонняя<br/> Реквизиты договора –<br/> ООО Научная электронная библиотека,<br/> договор № 33.03-Р-3.1<br/> 2087/2019<br/> Сумма договора – 1100017-00<br/> С «01» января 2020 г.<br/> по «31» декабря 2020 г.<br/> Ссылка на сайт –<br/> <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | <p>Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.</p> |
| 7 | Справочно-правовая система «Консультант+»   | <p>Принадлежность сторонняя-<br/> Договор № 174-247ЭА/2019 от 26.12.2019 г.<br/> Сумма договора - 927 029-80<br/> С «01» января 2020 г.<br/> по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт-<br/> <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>  | <p>Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.</p>   |
| 8 | Справочно-правовая система Гарант»          | <p>Принадлежность сторонняя<br/> Договор №166-235ЭА/2019 от 23.12.2019 г.<br/> Сумма договора - 603 949-84<br/> С «01» января 2020 г.<br/> по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>   | <p>Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.</p>  |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 9  | Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"   | <p>Принадлежность сторонняя-«Электронное издательство ЮРАЙТ»<br/> Договор № 33.03-Р-3.1-220/2020 от 16.03.2020 г.<br/> Сумма договора - 324 000-00</p> <p>С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> | <p>Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.</p> |
| 10 | Электронно-библиотечная система «Консультант студента» | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «Политехресурс»<br/> Договор № 33.03-Р-3.1-218/2020 От «16» марта 2020 г.<br/> Сумма договора-36 500-00</p> <p>С «17» марта 2020 г. по «16» марта 2021 г</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>       | <p>Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».</p>  |
| 11 | Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»          | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «ЗНАНИУМ»,<br/> Договор № 4309 эбс 33.03-Р-3.1-2215/2020 от «20» марта 2020 г.<br/> Сумма договора-30 000-00</p> <p>С «20» марта 2020 г. по «19» марта 2021г</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>                   | <p>Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.</p>  |

|    |   |  |   |
|----|---|--|---|
| 12 | Информационно-аналитическая система Science Index | <p>Принадлежность сторонняя- ООО «Научная электронная библиотека»<br/> Договор № SIO-364/19 33.03-P-3.1-2103/2019<br/> от «17» февраля 2020 г.<br/> Сумма договора-90 000-00</p> <p>Срок действия<br/> с «17» февраля 2020 г.<br/> по «16» февраля 2021 г.<br/> Ссылка на сайт –<br/> <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей –<br/> локальный доступ для<br/> сотрудников ИБЦ</p>                                | Дистанционная поддержка публикационной активности преподавателей университета   |
| 13 | Издательство Wiley                                | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/> Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 694</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/> по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации.</p> | Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.  |
| 14 | QUESTEL ORBIT                                     | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/> Информационное письмо РФФИ от 09.10.2020 г. № 1162</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/> по «31» декабря 2020 г.<br/> Ссылка на сайт –<br/> <a href="https://orbit.com">https://orbit.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>  | ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов. |
| 15 | American Chemical                                 | Принадлежность сторонняя.  | Коллекция журналов по химии   |

|    |   |   |  |
|----|---|---|--|
|    | Society   | <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 637</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа: <a href="https://pubs.acs.org/page/remotaccess">https://pubs.acs.org/page/remotaccess</a></p>   | и химической технологии Core + издательства American Chemical Society  |
| 16 | База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 10.07.2020 г. № 712</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ.</p>   | <p>Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза.</p> <p>Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.</p> |
| 17 | Ресурсы международной компании Clarivate Analytics                | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 692</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | <p>Открыт доступ к ресурсам: <b>WEB of SCIENCE</b> – реферативная и наукометрическая база данных. <b>MEDLINE</b> – реферативная база данных по медицине.</p>   |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
| 18 | Электронные ресурсы издательства SpringerNature           | <p>Удаленный доступ.</p> <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ.</p> | <p>Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>- Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group <a href="https://www.nature.com/siteindex/index.html">https://www.nature.com/siteindex/index.html</a></p> <p>- Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols <a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a></p> <p>- Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a></p> <p>- Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме</p> <p>- Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a></p> <p>- Nano Database <a href="https://goo.gl/PdhJdo">https://goo.gl/PdhJdo</a></p> <p>Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a></p> |
| 19 | База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 635</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной</p>   | <p>SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и</p>   |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
|    |  | регистрации.  | биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.   |
| 20 | Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect   | Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 772 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам. Удаленный доступ.   | «Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2015-2019 гг. |
| 21 | American Institute of Physics (AIP)                          | Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 № 1188 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="http://scitation.aip.org">http://scitation.aip.org</a> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.scitation.org/remote-access">https://www.scitation.org/remote-access</a> | Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP).  |
| 22 | Scopus   | Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a> . Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Удаленный доступ.  | Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства <b>ELSEVIER</b>   |
| 23 | Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество) | Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196  | Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические  |

|  |   |             |
|--|---|-------------|
|  | <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a><br/>Количество ключей - доступ для<br/>пользователей РХТУ по ip-<br/>адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа:<br/><a href="https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access">https://www.rsc.org/covid-19-<br/>response/publishing-remote-<br/>access</a></p> | технологии. |
|--|---|-------------|

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов:

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

72. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>

Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

73. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>

В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

74. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>

База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

75. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

76. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель,

Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

77. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>

Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

78. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>

ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

79. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>

PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

80. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>

Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.

81. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>

Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru)  
[http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru) Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

### 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом, по дисциплине «Химия твердого тела в технологии редких элементов» занятия проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

#### 13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью;

Учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации;

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.



### ***13.2. Учебно-наглядные пособия***

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам дисциплины.

### ***13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства***

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, USB-портами, принтерами, многофункциональными устройствами и программными средствами; мультимедийное проекционное оборудование; веб-камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет; беспроводная точка доступа в локальную сеть и сеть Интернет.

### ***13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы***

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам дисциплины.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам дисциплины; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

**13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения**

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|--|--|---|---|
| 1     | <p>Неисключительная лицензия на использование Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprise</p> <p>В составе:</p> <p>26) В составе Microsoft Office Professional Plus 2019:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> <p>27) Microsoft Core CAL</p> <p>28) Microsoft Windows Upgrade</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>657 комплектов.</p> <p>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p> <p>Каждый комплект включает:</p> <p>1) Лицензию на комплекс для создания презентаций, электронных текстов и таблиц, обработки баз данных Microsoft Office.</p> <p>2) Лицензию для подключения пользователей к серверным системам Microsoft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exchange Server Standard,</li> <li>• Exchange Server Enterprise,</li> <li>• SharePoint Server,</li> <li>• Skype для бизнеса Server,</li> <li>• Windows MultiPoint Server Premium,</li> <li>• Windows Server Standard,</li> <li>• Windows Server Data Center</li> </ul> <p>3) Лицензию на обновление операционной системы для рабочих станций Windows 10.</p> <p>Дополнительно на ВУЗ предоставляется право на использование 1 (одной) лицензии средств разработки в рамках учебных компьютеров одного</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---|--|
|       |  |                                       | технического, естественнонаучного факультета (кафедры) и предоставления студентам для целей обучения Azure Dev Tools for Teaching. Количество активаций неограниченно в рамках подразделения. |  |
| 2     | Неисключительная лицензия на использование Учебный Комплект Компас-3D v18 на 50 мест. Проектирование и конструирование в машиностроении, лицензия.     | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2 лицензии на учебный комплект программного обеспечения для проектирования и конструирования в машиностроении, рассчитанные на активацию на 50 мест каждая.                                   | бессрочно  |
| 3     | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (одна) сетевая лицензия на 200 пользователей  | бессрочно  |
| 4     | Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition Legalization GetGenuine Legalization                         | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 150 лицензий. Соглашение Microsoft OLV № V6159937   | бессрочно  |
| 5     | Неисключительная лицензия на использование SysCtrDatactrCore ALNG LicSAPk OLVS 16License E 1Y AcademicEdition Additional Product CoreLic Предоставляет | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (один) комплект, включающий 16 (шестнадцать) лицензий для активации на 16 (шестнадцати) физических процессорных ядрах. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907                               | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---|--|
|       | право на использование продуктов Microsoft: Configuration Manager Data Protection Manager Endpoint Protection Operations Manager Orchestrator Service Manager Virtual Machine Manager                              |                                       |   |  |
| 6     | Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br>Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams       | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 7.    | Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft<br>Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907                             | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|--|--|---|---|
| 8.    | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License</p> <p>По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 9.    | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License</p> <p>По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред</p>     | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>20 лицензий для виртуальных и облачных сред</p>                | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 10.   | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License</p> <p>По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов</p>                               | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>2000 лицензий для почтовых серверов</p>                        | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

#### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки         |
|--|---|--|
| <p><b>Раздел 1. Введение в химию твердого тела. Монокристаллы.</b></p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия химии твердого тела, синтез и описание твердых тел и симметрии кристаллических структур;</li> <li>- связь между физическими свойствами и структурой твердых тел.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составлять описание структуры и свойств веществ на основе данных современных методов исследования твердых тел;</li> <li>- проводить литературный поиск, анализировать химическую информацию, выделяя основные проблемы из области химии твердого тела, предлагать пути их решения;</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками решения практических задач химии твердого тела из разделов: описание симметрии кристаллических структур, рентгенография, дефекты в твердых телах, реакционная способность твердых веществ и т.п.</li> </ul>   | <p>Оценка за контрольную работу № 1.</p> |
| <p><b>Раздел 2. Поликристаллы. Методы исследования твердых тел</b></p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия химии твердого тела, синтез и описание твердых тел и симметрии кристаллических структур;</li> <li>- экспериментальные методы изучения кристаллических структур;</li> <li>- связь между физическими свойствами и структурой твердых тел.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составлять описание структуры и свойств веществ на основе данных современных методов исследования твердых тел;</li> <li>- проводить литературный поиск, анализировать химическую информацию, выделяя основные проблемы из области химии твердого тела, предлагать пути их решения;</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками решения практических задач химии твердого тела из разделов: описание симметрии кристаллических структур, рентгенография, дефекты в твердых телах, реакционная способность твердых веществ</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу № 2.</p> |

|  |   |                                   |
|--|---|-----------------------------------|
|  | и т.п.  |                                   |
| <b>Раздел 3. Аморфные тела, стекла, ситаллы. Функциональные неорганические наноматериалы</b> | <b>Знает:</b><br>- основные понятия химии твердого тела, синтез и описание твердых тел и симметрии кристаллических структур;<br>- связь между физическими свойствами и структурой твердых тел.<br><b>Умеет:</b><br>- составлять описание структуры и свойств веществ на основе данных современных методов исследования твердых тел;<br>- проводить литературный поиск, анализировать химическую информацию, выделяя основные проблемы из области химии твердого тела, предлагать пути их решения. | Оценка за контрольную работу № 3. |

## 15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
«Химия твердого тела в технологии редких элементов»**

**основной образовательной программы**

**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

код и наименование направления подготовки (специальности)

**специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного  
топливного цикла»**

наименование ООП

Форма обучения: очная

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения                                |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 ____ г. |
| 2.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 ____ г. |
| 3.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 ____ г. |
| 4.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 ____ г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 ____ г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 ____ г. |



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«МЕТОДЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ТЕХНОЛОГИИ  
РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ»**

**Специальность 18.05.02 Химическая технология материалов  
современной энергетики**

**Специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного  
топливного цикла»**

**Квалификация «инженер»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2020 г.**

Программа составлена:

к.х.н., доцентом кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе  
РХТУ им. Д.И. Менделеева А.В. Жуковым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии редких элементов и  
наноматериалов на их основе «10» марта 2020, протокол № 14

## СОДЕРЖАНИЕ

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | Цели и задачи дисциплины   | 4  |
| 2.    | Требования к результатам освоения дисциплины   | 4  |
| 3.    | Объем дисциплины и виды учебной работы   | 5  |
| 4.    | Содержание дисциплины  | 6  |
| 4.1.  | Разделы дисциплины и виды занятий  | 6  |
| 4.2.  | Содержание разделов дисциплины   | 6  |
| 5.    | Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины  | 8  |
| 6.    | Практические и лабораторные занятия  | 9  |
| 6.1.  | Практические занятия. Примерные темы практических занятий по дисциплине  | 9  |
| 6.2.  | Лабораторные занятия   | 9  |
| 7.    | Самостоятельная работа   | 9  |
| 8.    | Примеры оценочных средств для контроля освоения дисциплины   | 10 |
| 8.1.  | Примерная тематика реферативно-аналитической работы  | 10 |
| 8.2.  | Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины   | 10 |
| 9.    | Учебно-методическое обеспечение дисциплины   | 12 |
| 9.1.  | Рекомендуемая литература   | 12 |
| 9.2.  | Рекомендуемые источники научно-технической информации  | 12 |
| 9.3.  | Средства обеспечения освоения дисциплины   | 12 |
| 10.   | Методические указания для обучающихся  | 13 |
| 10.1  | Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                | 13 |
| 10.2  | Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                 | 14 |
| 11.   | Методические указания для преподавателей   | 14 |
| 11.1. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий | 14 |
| 11.2. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий  | 15 |
| 12.   | Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе  | 16 |
| 13.   | Материально-техническое обеспечение дисциплины   | 26 |
| 13.1. | Оборудование, необходимое в образовательном процессе:  | 26 |
| 13.2. | Учебно-наглядные пособия   | 26 |
| 13.3. | Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства  | 26 |
| 13.4. | Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы  | 26 |
| 13.5. | Перечень лицензионного программного обеспечения  | 26 |
| 14.   | Требования к оценке качества освоения программы  | 31 |
| 15.   | Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья                                 | 33 |

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, (специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла») рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой технологии редких элементов и наноматериалов на их основе РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Методы физико-химического анализа в технологии редких металлов» относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающийся имеет теоретическую и практическую подготовку в области аналитической химии, теоретических основ физико-химических методов анализа, химии редких и рассеянных элементов

**Цель дисциплины** – формирование практических навыков использования современных химических, физико-химических и физических методов аналитического контроля технологических процессов в производстве редких металлов.

**Задачи дисциплины** –

- ознакомление обучающихся с основными аналитическими методами, применяемыми для контроля технологических процессов в производстве редких элементов;
- формирование практических навыков проведения анализа объектов, содержащих редкие элементы.

Дисциплина «Методы физико-химического анализа в технологии редких металлов» преподается в 8 семестре. Контроль успеваемости обучающихся ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Методы физико-химического анализа в технологии редких металлов» при подготовке инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», направлено на приобретение следующих компетенций:

**Профессиональные компетенции (ПК):**

- способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);
- способность самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10);
- способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способностью формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ПК-12).

**Профессионально-специализированные компетенции (ПСК):**

- способность к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

- особенности химии и аналитического определения редких и рассеянных элементов;
- основные принципы физико-химических и физических методов аналитического контроля в производстве веществ редких элементов.
- особенности предварительной подготовки проб для надежного обеспечения аналитического контроля;
- принципы организации аналитического контроля в производстве веществ редких элементов.

**уметь:**

- определять содержание различных редких элементов в разных образцах;
- грамотно организовать аналитический контроль технологических процессов в производстве редких элементов.

**владеть:**

- методами проведения анализа с применением современной научной аппаратуры и обработки результатов эксперимента.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                                    | В зачетных единицах | В академ. часах |
|--|---------------------|-----------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>7</b>            | <b>252</b>      |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>2,67</b>         | <b>96</b>       |
| Лекции   | -                   | -               |
| Практические занятия (ПЗ)                              | -                   | -               |
| Лабораторные занятия                                   | 2,67                | 96              |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                    | <b>4,33</b>         | <b>156</b>      |
| Контактная самостоятельная работа                      | 4,33                | 0,2             |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                     | 155,8           |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         | <b>зачет</b>        |                 |

| Виды учебной работы                                    | В зачетных единицах | В астроном. часах |
|--|---------------------|-------------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>7</b>            | <b>189</b>        |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>2,67</b>         | <b>72</b>         |
| Лекции   | -                   | -                 |
| Практические занятия (ПЗ)                              | -                   | -                 |
| Лабораторные занятия                                   | 2,67                | 72                |

|  |              |            |
|--|--------------|------------|
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>          | <b>4,33</b>  | <b>117</b> |
| Контактная самостоятельная работа            | <b>4,33</b>  | 0,15       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |              | 116,85     |
| <b>Вид итогового контроля:</b>               | <b>зачет</b> |            |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Раздел дисциплины  | Часов      |             |                |
|-------|--|------------|-------------|----------------|
|       |  | Всего      | Лаб. работы | Самост. работа |
| 1     | <b>Раздел 1. Основные понятия аналитического контроля. Пробоотбор.</b>   | <b>48</b>  | <b>18</b>   | <b>30</b>      |
| 2     | <b>Раздел 2. Спектроскопические и масс-спектрометрические методы анализа</b>   | <b>96</b>  | <b>40</b>   | <b>56</b>      |
| 2.1   | Спектрофотометрическое определение празеодима и неодима в смеси  | 24         | 10          | 14             |
| 2.2   | Спектрофотометрическое определение индивидуальных РЗЭ в смеси по спектрам собственного поглощения.   | 24         | 10          | 14             |
| 2.3   | Определение примесей натрия и калия в оксидах РЗЭ пламенной фотометрией.   | 24         | 10          | 14             |
| 2.4   | Определение примеси железа в оксидах РЗЭ.  | 24         | 10          | 14             |
| 3     | <b>Раздел 3. Титриметрические и радиометрические методы анализа</b>  | <b>54</b>  | <b>20</b>   | <b>34</b>      |
| 3.1   | Комплексонометрическое определение суммы циркония и гафния. Изучение влияния состава раствора на погрешности определения. Спектрофотометрическое титрование. | 30         | 12          | 18             |
| 3.2   | Анализ тетрафторида урана. Радиометрическое определение урана. Титриметрическое определение валентных форм урана.  | 24         | 8           | 16             |
|       | <b>Раздел 4. Электрохимические методы анализа</b>  | <b>54</b>  | <b>18</b>   | <b>36</b>      |
| 4.1   | Кондуктометрическое определение содержания лантана в растворах.  | 26         | 8           | 18             |
| 4.2   | Изучение влияния процессов комплексообразования на потенциометрическое определение ионов фтора с ионоселективным электродом.                                 | 28         | 10          | 18             |
|       | <b>ИТОГО</b>   | <b>252</b> | <b>96</b>   | <b>156</b>     |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1. Основные понятия аналитического контроля. Пробоотбор.

Основные понятия аналитического контроля. Объекты анализа, особенности переработки и аналитического контроля производств в технологии редких и рассеянных элементов. Стадии аналитического контроля, отбор пробы, подготовка пробы, измерение, обработка результатов. Особенности отбора проб твердых, жидких и газообразных образцов.

### Раздел 2. Спектроскопические и масс-спектрометрические методы анализа

#### 2.1. Спектрофотометрическое определение празеодима и неодима в смеси

Химические методы определения РЗЭ. Методы определения суммарного содержания РЗЭ. Определение концентрации РЗЭ в смеси спектрофотометрическим методом.

#### 2.2. Спектрофотометрическое определение индивидуальных РЗЭ в смеси по спектрам собственного поглощения.

Применение методов анализа, основанных на разнице физико-химических свойств РЗЭ. Методы определения индивидуальных элементов в смеси РЗЭ. Методы определения примесей в индивидуальных РЗЭ.

#### 2.3. Определение примесей натрия и калия в оксидах РЗЭ пламенной фотометрией.

Вскрытие твердых проб. Особенности составления схем анализа, выбора методов анализа, предварительной подготовки проб, содержащих редкие металлы. Атомно-абсорбционные и атомно-эмиссионные методы анализа. Пламенная фотометрия, возможности и ограничения.

#### 2.4. Определение примеси железа в оксидах РЗЭ.

Последовательность операций при проведении любого анализа. Важность контроля содержания примесей, влияющих на потребительские свойства материалов. Погрешности измерений, влияние чистоты реактивов. Применение фотоэлектроколориметра при анализе оксидов РЗЭ.

### Раздел 3. Титриметрические и радиометрические методы анализа

#### 3.1. Комплексонометрическое определение суммы циркония и гафния. Изучение влияния состава раствора на погрешности определения. Спектрофотометрическое титрование.

Применение комплексонов при анализе редких элементов. Определение суммы циркония и гафния. Установление факторов, влияющих на определение циркония и гафния. Погрешности. Спектрофотометрическое титрование.

#### 3.2. Анализ тетрафторида урана. Радиометрическое определение урана. Титриметрическое определение валентных форм урана.

Химические методы определения урана. Методы определения валентных форм урана. Физико-химические методы определения урана. Определение примесей в соединениях урана.

### Раздел 4. Электрохимические методы анализа

#### 4.1. Кондуктометрическое определение содержания лантана в растворах

Прямые электрохимические методы. Способы фиксирования точки эквивалентности при титриметрическом определении редких элементов. Кондуктометрическое титрование.

#### 4.2. Изучение влияния процессов комплексообразования на потенциметрическое определение ионов фтора с ионоселективным электродом

Потенциметрическое определение ионов фтора в растворах и влияние процессов комплексообразования на их определение. Применение буферных смесей при определении содержания фторид-ионов при совместном присутствии с цирконием.

### **5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

| №   | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:  | Раздел |   |   |   |
|---|---|--------|---|---|---|
|   |   | 1      | 2 | 3 | 4 |
|   | <b>Знать:</b>   |        |   |   |   |
| 1   | - особенности химии и аналитического определения редких и рассеянных элементов;   | +      | + | + | + |
| 2   | - основные принципы физико-химических и физических методов аналитического контроля в производстве веществ редких элементов;   | +      | + | + | + |
| 3   | - особенности предварительной подготовки проб для надежного обеспечения аналитического контроля;  | +      | + | + | + |
| 4   | - принципы организации аналитического контроля в производстве веществ редких элементов.   | +      | + | + | + |
|   | <b>Уметь:</b>   |        |   |   |   |
| 5   | - определять содержание различных редких элементов в разных образцах;   |        | + | + | + |
| 6   | - грамотно организовать аналитический контроль технологических процессов в производстве редких элементов  | +      | + | + | + |
|   | <b>Владеть:</b>   |        |   |   |   |
| 7   | - методами проведения анализа с применением современной научной аппаратуры и обработки результатов эксперимента   |        | + | + | + |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен приобрести следующие компетенции: |   |        |   |   |   |
|   | <b>Профессиональные компетенции</b>   |        |   |   |   |
| 8   | - способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3)  | +      | + | + | + |
| 9   | - способность самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10); |        | + | + | + |
| 10  | - способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способностью формулировать практические рекомендации по использованию  |        | + | + | + |



| №  | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:   | Раздел |   |   |   |
|----|--|--------|---|---|---|
|    |  | 1      | 2 | 3 | 4 |
|    | результатов научных исследований (ПК-12).  |        |   |   |   |
|    | <b>Профессионально-специализированные компетенции</b>  |        |   |   |   |
| 11 | - способность к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1) | +      | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия. Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Практические занятия учебным планом не предусмотрены

### 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Методы физико-химического анализа в технологии редких металлов» выполняется в соответствии с Учебным планом в 8 семестре и занимает 96 акад. ч. Лабораторные работы охватывают 4 раздела дисциплины. В практикум входит 10 работ, примерно по 10 ч на каждую работу. В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ их число может быть уменьшено.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 100 баллов (максимально за работу 1 – 20 баллов, за работы 2-9 – по 10 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ   | Часы |
|-------|----------------------|---|------|
| 1     | 1                    | Техника пробоотбора (2 занятия)   | 18   |
| 2     | 2.1                  | Спектрофотометрическое определение празеодима и неодима в смеси.  | 10   |
| 3     | 2.2                  | Спектрофотометрическое определение индивидуальных РЗЭ в смеси по спектрам собственного поглощения.  | 10   |
| 4     | 2.3                  | Определение примесей натрия и калия в оксидах РЗЭ пламенной фотометрией.  | 10   |
| 5     | 2.4                  | Определение примеси железа в оксидах РЗЭ.   | 10   |
| 6     | 3.1                  | Комплексометрическое определение суммы циркония и гафния в растворах. Изучение влияния состава раствора суммы циркония и гафния на погрешности комплексометрического определения. | 6    |
| 7     | 3.1                  | Спектрофотометрическое титрование раствора суммы циркония и гафния.   | 6    |
| 8     | 3.2                  | Анализ тетрафторида урана.  | 8    |
| 9     | 4.1                  | Кондуктометрическое определение содержания лантана в растворах.   | 8    |
| 10    | 4.2                  | Изучение влияния процессов комплексообразования на  | 10   |

| № п/п              | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ   | Часы      |
|--------------------|----------------------|---|-----------|
| 1                  | 1                    | Техника пробоотбора (2 занятия)   | 18        |
|                    |                      | потенциометрическое определение ионов фтора с ионоселективным электродом. |           |
| <b>Всего часов</b> |                      |   | <b>96</b> |

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студента специалитета в объеме 156 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и онлайн семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению и сдаче лабораторных работ по разделам дисциплины.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. При подготовке к лабораторным работам необходимо использовать сведения из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

### 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Текущий контроль освоения дисциплины в семестре включает в себя проверку подготовки к лабораторным работам, выполнение и защиту лабораторных работ. Максимальная оценка за составляет 10 баллов за каждую лабораторную работу. Максимальная оценка за текущий контроль освоения дисциплины в семестре составляет 100 баллов.

#### Примеры вопросов к лабораторным работам

1. Способы спектрофотометрического определения ионов РЗЭ, их особенности.
2. Групповые реагенты для определения РЗЭ спектрофотометрическим методом. Критерии выбора реагента.
3. Закон Ламберта-Бугера-Бера. Связь оптической плотности с пропусканием.
4. Что такое коэффициент экстинкции? Его физический смысл?
5. Отличие колориметра от спектрофотометра.
6. Устройство спектрофотометра.
7. Способы получения монохромного излучения.
8. Чувствительность спектрофотометрического метода. От чего она зависит.

9. Предложите различные варианты определения РЗЭ в бинарной системе.
10. На чем основан спектрофотометрический метод определения ионов?
11. Атомно-абсорбционный анализ. Зависимость адсорбционности от концентрации элемента и условий атомизации.
12. На чем основан метод эмиссионной фотометрии пламени?
13. Принцип действия пламенного фотометра.
14. Устройство пламенного фотометра.
15. Суть метода стандартных добавок.
16. Какие элементы можно определять пламенной фотометрией?
17. Рентгенофлуоресцентный метод. Суть метода, его особенности. Объекты исследования, области применения.
18. Масс-спектрометрия. Источники ионов, масс-анализаторы. Сравнительная характеристика возможностей различных приборов.
19. Какие вы знаете неразрушающие методы анализа элементного состава пробы?
20. По каким принципам можно классифицировать спектроскопические методы.
21. В чем преимущества дифракционных решеток перед призмами при разложении света по длинам волн?
22. Нарисуйте блок-схемы абсорбционных, эмиссионных и люминесцентных спектрометров.
23. Что такое матричные эффекты?
24. Перечислите основные особенности анализа вещества по ИК-спектрам.
25. В чем преимущества электротермического способа атомизации перед пламенным в атомно-абсорбционной спектроскопии?
26. Что такое характеристическое и тормозное рентгеновское излучение?
27. Перечислите типы светофильтров.
28. Пропускание раствора с концентрацией 10 мкг/мл  $\text{Nd}^{3+}$ , измеренное в кювете длиной 1,3 см составило 22%. Рассчитайте коэффициент поглощения вещества.
29. От каких параметров зависит рассеяние света?
30. Флуориметрия. Спектры флуоресценции, виды люминесценции. Тушение люминесценции, «люминесцентные яды». Анализ растворов и твердых образцов.
31. В чем заключаются суть и отличия методов нефелометрии и турбидиметрии?
32. Назовите факторы, влияющие на вид кривой титрования (величина скачка, положение Т.Э., наклон ветвей).
33. Как повысить селективность комплексометрического титрования?
34. Почему при комплексометрическом титровании большое значение имеет рН раствора?
35. В каких случаях применяют обратное титрование?
36. Как влияют состав и рН буферного раствора на результаты комплексометрического титрования?
37. Назовите критерии, которым должны отвечать титранты в комплексометрии.
38. Обязательно ли совпадение точки эквивалентности и конечной точки титрования?
39. Как влияют свойства металлоиндикаторов на оптимальные условия титрования?
40. Назовите способы фиксирования точки эквивалентности.
41. Каково происхождение аналитического сигнала в электрохимических методах?
42. Что характеризует коэффициент селективности ионселективного электрода? Как его можно оценить?
43. Назовите основные требования к индикаторному электроду и электроду сравнения.
44. В чем различие прямой и косвенной кондуктометрии? Какой метод более селективен? Почему?
45. Какое достоинство и преимущество перед другими методами анализа у кулонометрии и гравиметрии?
46. Опишите конструкцию ионселективного электрода.

47. В каких производствах редких элементов необходимо проводить измерение содержания фтора? Какими методами можно это осуществить?

48. Приведите кривые амперометрического титрования для случаев когда электроактивно определяемое вещество, титрант и продукт реакции.

49. Как графически определить конечную точку титрования при потенциометрическом титровании раствора нитрата лантана?

50. Приведите классификацию ионоселективных электродов.

51. Для каких целей используют чисто радиометрические методы?

52. Какие частицы используют для облучения при радиоактивационном анализе?

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1 Рекомендуемая литература**

#### **А) Основная литература:**

1. Жуков А.В., Чижевская С.В., Клименко О.М. Техника лабораторных работ: учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. 124с.

#### **Б) Дополнительная литература:**

1. Бусев А.И., Типцова В.Г., Иванов В.М. Практическое руководство по аналитической химии редких элементов. М: Химия, 1978. 380 с.
2. Морачевский Ю.В., Церковицкая И.А. Основы аналитической химии редких элементов. Л.: ЛГУ, 1980. 207 с.
3. Золотов Ю.А. Основы аналитической химии: учебник. В 2-х кн. М: Высшая школа, 2002. Кн. 1. 383 с. Кн. 2. 494 с.
4. Отто М. Современные методы аналитической химии. В 2-х т.: Пер. с нем. Т. 1. М.: Техносфера, Т. 1. 2003 - 412 с. Т.2. 2004. - 281 с.
5. Малютина Т.М., Конькова О.В. Аналитический контроль в металлургии цветных и редких металлов. М.: Металлургия, 1988. 240 с.
6. Чекмарев А.М., Харламов В.В., Чижевская С.В., Кручинин Ю.А., Пономарев Н.Л., Метрологическое обеспечение контроля в производстве редких металлов. М: МХТИ, 1988. 52с.
7. Чижевская С.В., Чекмарев А.М. Особенности химии и аналитического определения редких элементов (Цирконий, гафний, ниобий, тантал, торий). М; РХТУ им. Д.И. Менделеева, 1999. 79 с.

### **9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации**

#### **Научно-технические журналы:**

1. Журнал аналитической химии. ISSN 0044-4502.
2. Журнал «Альманах современной метрологии». ISSN 2313-8068.
3. Журнал «АНАЛИТИКА». ISSN 2227-572X
4. Журнал «Аналитика и контроль». ISSN 2073-1442
5. Журнал неорганической химии ISSN 0044-457X;
6. Журнал «Цветные металлы» ISSN 0372-2929.

### **9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- инструкции по выполнению лабораторных работ;
- задания для выполнения лабораторных работ;
- комплекты образцов для выполнения лабораторных работ.

При переходе на электронное обучение (ЭО) и дистанционные образовательные технологий (ДОТ) для реализации рабочей программы применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения дисциплины:

- электронная информационно-образовательная среда РХТУ (ЭИОС);
- сервисы по доставке e-mail сообщений;
- платформа для проведения онлайн конференций и вебинаров – Zoom (<https://zoom.us>).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

– Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 07.02.2020).

– Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/94/91/6/67> (дата обращения: 07.02.2020).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 07.02.2020).

При освоении дисциплины обучающие должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 07.02.2020).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 07.02.2020).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 07.02.2020).

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в специалитете направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Рабочая программа дисциплины «Методы физико-химического анализа в технологии редких металлов» предусматривает проведение лабораторного практикума в объеме 96 часов (10 занятий) по 4 разделам и выполняется в 8 семестре специалитета.

Наибольшую трудоемкость составляет подготовка к лабораторной работе и оформление отчета по лабораторной работе, а также подготовка к защите лабораторных работ (зачету).

В задачи подготовки к выполнению лабораторных работ входит: приобретение навыков работы с информационными ресурсами; получение опыта практического проведения работ, анализа полученных результатов; освоение правил оформления лабораторной работы.

При подготовке и выполнении лабораторных работ обучающемуся следует руководствоваться следующими основными принципами:

- сочетать знание как теоретических основ и сведений, полученных при изучении

дисциплин «Химия редких и рассеянных элементов» и «Физико-химические методы анализа», так и представления о новейших разработках в области технологии редких металлов;

- проявлять творческий подход к полученным при выполнении лабораторной работы результатам, не ограничиваясь простым перечислением и изложением.

В процессе подготовки к лабораторным работам рекомендуется:

1. Изучить теоретические основы метода анализа, которому посвящена работа. Для этого используются методические пособия и рекомендованная литература.

2. Изучить порядок выполнения работы, устройство приборов и установок, используемых в работе.

3. Подготовить необходимые для выполнения лабораторной работы записи в лабораторном журнале.

Отчет по лабораторной работе включает представление экспериментальных данных, их обработку, расчеты и выводы по выполненной работе. При оформлении лабораторных работ следует ориентироваться на требования, изложенные в ГОСТах и Учебном пособии (см. п. 9.1)

Подготовка, выполнение и защита лабораторных работ оценивается в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний.

Освоение дисциплины включает выполнение и защиту 10 лабораторных работ. Максимальная оценка каждой лабораторной работы составляет 10 баллов.

Совокупная оценка текущей работы обучающегося в семестре складывается из оценок выполненных лабораторных работ. Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет 100 баллов.

Форма итогового контроля освоения дисциплины – зачет, который обучающийся получает по результатам текущей работы в виде выполнения и сдачи всех лабораторных работ.

## ***10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий***

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### **11.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Дисциплина «Методы физико-химического анализа в технологии редких металлов» преподается в 8 семестре и включает 10 лабораторных работ и самостоятельную подготовку по всем разделам.

При проведении лабораторного практикума основное внимание преподавателя должно уделяться формированию у обучающегося умения активно использовать знания и умения, полученные при освоении дисциплин «Физико-химические методы анализа», «Химия редких и рассеянных элементов», «Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики». Теоретические материалы,

осваиваемые обучающимися при самостоятельной подготовке, необходимо контролировать при сдаче (защите) лабораторных работ. Умения и навыки, необходимые для полного освоения программы в рамках заявленных компетенций, следует получать и закреплять в ходе выполнения лабораторных работ.

Для своевременной подготовки обучающихся к лабораторным работам преподавателям рекомендуется назвать тему и выдать задания на самостоятельную подготовку заблаговременно, в течение недели.

После проведения лабораторной работы преподавателю следует выдать обучающимся вопросы для закрепления полученных практических и теоретических навыков в ходе последующего самостоятельного изучения разделов дисциплины.

Ход проведения лабораторных работ включает самостоятельную подготовку обучающегося к работе по заранее озвученной теме, постановку задачи и согласование с преподавателем. Преподаватель контролирует ход выполнения лабораторной работы в соответствии с разработанным планом, консультирует по вопросам подготовки отчета о выполненной работе и защите лабораторной работы. Преподавателю следует обращать особое внимание на необходимость точного выполнения требований к подготовке образцов, проведению экспериментов и обработке результатов для получения достоверности получаемых показателей. При защите лабораторных работ следует спрашивать теоретические основы свойств тест-объектов и примененных методов анализа.

Освоение дисциплины включает выполнение и защиту 10 лабораторных работ. В зависимости от трудоемкости и сложности работ, их количество может быть изменено.

Совокупная оценка текущей работы обучающегося в семестре складывается из оценок за выполненные лабораторные работы. Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет 100 баллов. Выполнение всех лабораторных работ служит основанием для получения зачета по дисциплине.

### **11.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; лабораторные работы, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; онлайн консультации по курсовому проектированию; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД, в зависимости от конкретной ситуации, ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается, и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери



содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

## 12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине.

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2020 составляет 1715 452 экз..

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

### Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

| № | Электронный ресурс                           | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей   | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором  |
|---|--|---|--|
| 1 | Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ» | Принадлежность - сторонняя<br>Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г.<br>Сумма договора – 642 083-68<br>Срок действия с «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.<br><br>Дополнительный Договор № 33.03-Р-3.1- | Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки»-изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика»-изд- |

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
|   |   | <p>2217/2020 от 02.03.2020 г.<br/>Сумма договора- 30 994-52<br/>Срок действия<br/>с «02» марта 2020 г.<br/>по «25» сентября 2020 г.<br/>Ссылка на сайт ЭБС –<br/><a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/>Количество ключей - доступ для<br/>зарегистрированных<br/>пользователей РХТУ с любого<br/>компьютера.</p> <p>Договор № 33.03-Р-3.1-<br/>2173/2020<br/>Сумма договора – 747 661-28<br/>Срок действия Договора<br/>с «26» сентября 2020г.<br/>по «25» сентября 2021г.<br/>Ссылка на сайт ЭБС –<br/><a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/>Количество ключей - доступ для<br/>зарегистрированных<br/>пользователей РХТУ с любого<br/>компьютера.<br/>Удаленный доступ после<br/>персональной регистрации на<br/>сайте ЭБС.</p> | <p>ва «ЛАНЬ», Экономика и<br/>менеджмент»- изд-ва Дашков и<br/>К., а также отдельные издания в<br/>соответствии с Договором.</p>     |
| 2 | <p>Электронно -<br/>библиотечная<br/>система ИБЦ<br/>РХТУ им.<br/>Д.И.Менделеева<br/>(на базе АИБС<br/>«Ирбис»)</p> | <p>Принадлежность – собственная<br/>РХТУ.<br/>Ссылка на сайт ЭБС –<br/><a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a><br/>Доступ для пользователей<br/>РХТУ с любого компьютера</p>  | <p>Электронные версии учебных и<br/>научных изданий авторов РХТУ<br/>по всем ООП.</p>  |
| 3 | <p>Информационно-<br/>справочная<br/>система<br/>«ТЕХЭКСПЕРТ»<br/>«Нормы, правила,<br/>стандарты<br/>России».</p>   | <p>Принадлежность сторонняя.<br/><br/>Реквизиты контракта – ООО<br/>«ИНФОРМПРОЕКТ»,<br/>контракт № 189-2647А/2019<br/>От 09.01.2020 г.<br/>Сумма договора – 601110-00<br/>С «01» января.2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт ЭБС –<br/><a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a><br/>Количество ключей – 5<br/>лицензий + локальный доступ с<br/>компьютеров ИБЦ.</p>   | <p>Электронная библиотека<br/>нормативно-технических<br/>изданий. Содержит более 40000<br/>национальных стандартов и др.<br/>НТД</p> |

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 4 | Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ). | <p>Принадлежность – сторонняя<br/> Реквизиты договора – ФГБУ РГБ, Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br/> Сумма договора - 398 840-00<br/> С «16» марта 2020 г.<br/> по «15» марта 2021 г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a><br/> Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.</p>  | <p>В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.</p> |
| 5 | БД ВИНТИ РАН                                  | <p>Принадлежность сторонняя,<br/> Реквизиты договора- ВИНТИ РАН<br/> Договор № 33.03-Р-3.1-2047/2019 от 25 февраля 2020 г.<br/> Сумма договора - 100 000-00<br/> С «25» февраля 2020 г.<br/> по «24 » февраля 2021 г.<br/> Ссылка на сайт- <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a><br/> Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.</p>     | <p>Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов</p>  |
| 6 | Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»   | <p>Принадлежность – сторонняя<br/> Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека,<br/> договор № 33.03-Р-3.1 2087/2019<br/> Сумма договора – 1100017-00<br/> С «01» января 2020 г.<br/> по «31» декабря 2020 г.<br/> Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a><br/> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | <p>Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.</p>                                    |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 7 | Справочно-правовая система «Консультант+»            | <p>Принадлежность сторонняя- Договор № 174-247ЭА/2019 от 26.12.2019 г.<br/>Сумма договора - 927 029-80<br/>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – 50<br/>пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>  | Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.  |
| 8 | Справочно-правовая система Гарант»                   | <p>Принадлежность сторонняя Договор №166-235ЭА/2019 от 23.12.2019 г.<br/>Сумма договора - 603 949-84</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – 50<br/>пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>  | Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.   |
| 9 | Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ" | <p>Принадлежность сторонняя- «Электронное издательство ЮРАЙТ»<br/>Договор № 33.03-Р-3.1-220/2020 от 16.03.2020 г.</p> <p>Сумма договора - 324 000-00</p> <p>С «16» марта 2020 г.<br/>по «15» марта 2021 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> | Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов. |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 10 | Электронно-библиотечная система «Консультант студента» | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «Политехресурс»<br/>Договор № 33.03-Р-3.1-218/2020<br/>От «16» марта 2020 г.</p> <p>Сумма договора-36 500-00</p> <p>С «17» марта 2020 г.<br/>по «16» марта 2021 г</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> | Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».                                       |
| 11 | Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»          | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «ЗНАНИУМ»,<br/>Договор № 4309 эбс 33.03-Р-3.1-2215/2020<br/>от «20» марта 2020 г.<br/>Сумма договора-30 000-00</p> <p>С «20» марта 2020 г.<br/>по «19» марта 2021г</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>                | Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования. |
| 12 | Информационно-аналитическая система Science Index      | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «Научная электронная библиотека»<br/>Договор № SIO-364/19 33.03-Р-3.1-2103/2019<br/>от «17» февраля 2020 г.<br/>Сумма договора-90 000-00<br/>Срок действия с «17» февраля 2020 г.<br/>по «16» февраля 2021 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ</p>             | Дистанционная поддержка публикационной активности преподавателей университета  |

|    |                           |   |  |
|----|---------------------------|---|--|
| 13 | Издательство Wiley        | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 694</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации.</p>   | <p>Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.</p>  |
| 14 | QUESTEL ORBIT             | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 09.10.2020 г. № 1162</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://orbit.com">https://orbit.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>  | <p>ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.</p> |
| 15 | American Chemical Society | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 637</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа: <a href="https://pubs.acs.org/page/remotaccess">https://pubs.acs.org/page/remotaccess</a></p> | <p>Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society</p>   |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
| 16 | База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.07.2020 г. № 712</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Удаленный доступ.</p>   | <p>Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза.</p> <p>Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.</p>  |
| 17 | Ресурсы международной компании Clarivate Analytics                | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 692</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Удаленный доступ.</p> | <p>Открыт доступ к ресурсам: <b>WEB of SCIENCE</b> – реферативная и наукометрическая база данных. <b>MEDLINE</b> – реферативная база данных по медицине.</p>  |
| 18 | Электронные ресурсы издательства SpringerNature                   | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ.</p>  | <p>- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>- Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group <a href="https://www.nature.com/siteindex/index.html">https://www.nature.com/siteindex/index.html</a></p> <p>- Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols</p> |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
|    |  |   | <p><a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a></li> <li>- Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме</li> <li>- Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a></li> <li>- Nano Database <a href="https://goo.gl/PdhJdo">https://goo.gl/PdhJdo</a></li> </ul> <p>Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a></p> |
| 19 | База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service  | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 635 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.</p> | <p>SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.</p>   |
| 20 | Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 772 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам. Удаленный доступ.</p>  | <p>«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2015-2019 гг.</p>  |



|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
| 21 | American Institute of Physics (AIP)                          | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 № 1188 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="http://scitation.aip.org">http://scitation.aip.org</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.scitation.org/remote-access">https://www.scitation.org/remote-access</a></p>  | <p>Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP).</p>                             |
| 22 | Scopus   | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>.</p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Удаленный доступ.</p>  | <p>Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства <b>ELSEVIER</b></p>  |
| 23 | Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество) | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access">https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access</a></p> | <p>Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.</p> |

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов:

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

82. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>

Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

83. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>

В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

84. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>

База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

85. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

86. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

87. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>

Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

88. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>

ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

89. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>

PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

90. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>

Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.

91. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>

Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)  
[http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru)  
[http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru) Информационные ресурсы ФИПС  
свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

### **13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Методы физико-химического анализа в технологии редких металлов» проводятся в форме лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

#### **13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе**

Учебная лаборатория, снабженная необходимым для выполнения лабораторных работ материалами и оборудованием, лабораторной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

#### **13.2. Учебно-наглядные пособия**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине.

#### **13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копирующие аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

#### **13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам дисциплины.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам дисциплины; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

#### **13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения**

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии                              |
|-------|---|---------------------------------------|--|---|
| 1     | Неисключительная лицензия на использование Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 657 комплектов.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907<br>Каждый комплект включает:<br>1) Лицензию на | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на |

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии    |
|-------|---|-----------------------------|--|-------------------------------------|
|       | <p>AcademicEdition Enterprise<br/>В составе:</p> <p>29) В составе Microsoft Office Professional Plus 2019:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> <p>30) Microsoft Core CAL</p> <p>31) Microsoft Windows Upgrade</p> |                             | <p>комплекс для создания презентаций, электронных текстов и таблиц, обработки баз данных Microsoft Office.</p> <p>2) Лицензию для подключения пользователей к серверным системам Microsoft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exchange Server Standard,</li> <li>• Exchange Server Enterprise,</li> <li>• SharePoint Server,</li> <li>• Skype для бизнеса Server,</li> <li>• Windows MultiPoint Server Premium,</li> <li>• Windows Server Standard,</li> <li>• Windows Server Data Center</li> </ul> <p>3) Лицензию на обновление операционной системы для рабочих станций Windows 10.</p> <p>Дополнительно на ВУЗ предоставляется право на использование 1 (одной) лицензии средств разработки в рамках учебных компьютеров одного технического, естественнонаучного факультета (кафедры) и предоставления студентам для целей обучения Azure Dev Tools for Teaching. Количество активаций неограниченно в рамках подразделения.</p> | <p>обновлённую версию продукта)</p> |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---|--|
| 2     | Неисключительная лицензия на использование Учебный Комплект Компас-3D v18 на 50 мест. Проектирование и конструирование в машиностроении, лицензия.   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2 лицензии на учебный комплект программного обеспечения для проектирования и конструирования в машиностроении, рассчитанные на активацию на 50 мест каждая.     | бессрочно  |
| 3     | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (одна) сетевая лицензия на 200 пользователей  | бессрочно  |
| 4     | Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition Legalization GetGenuine Legalization   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 150 лицензий. Соглашение Microsoft OLV № V6159937   | бессрочно  |
| 5     | Неисключительная лицензия на использование SysCtrDatactrCore ALNG LicSAPk OLVS 16License E 1Y AcademicEdition Additional Product CoreLic Предоставляет право на использование продуктов Microsoft: Configuration Manager Data Protection Manager | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (один) комплект, включающий 16 (шестнадцать) лицензий для активации на 16 (шестнадцати) физических процессорных ядрах. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|--|--|
|       | Endpoint Protection<br>Operations Manager<br>Orchestrator<br>Service Manager<br>Virtual Machine<br>Manager   |                                       |  |  |
| 6     | Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word<br>Excel<br>PowerPoint<br>Microsoft Teams       | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 7.    | Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft<br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word<br>Excel<br>PowerPoint<br>Microsoft Teams | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 26280 лицензий для студентов ВУЗа.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907                             | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 8.    | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах   | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий                         | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|--|---|--|
|       | License<br>По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)   |  |   |  |
| 9.    | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License<br>По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред | <b>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</b> | 20 лицензий для виртуальных и облачных сред | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 10.   | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License<br>По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов                           | <b>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</b> | 2000 лицензий для почтовых серверов         | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

#### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов   | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки           |
|---|---|--|
| <p><b>Раздел 1. Основные понятия аналитического контроля. Пробоотбор.</b></p>       | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности химии и аналитического определения редких и рассеянных элементов;</li> <li>- основные принципы физико-химических и физических методов аналитического контроля в производстве веществ редких элементов;</li> <li>- особенности предварительной подготовки проб для надежного обеспечения аналитического контроля;</li> <li>- принципы организации аналитического контроля в производстве веществ редких элементов.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- грамотно организовать аналитический контроль технологических процессов в производстве редких элементов.</li> </ul>   | <p>Оценка за лабораторную работу № 1</p>   |
| <p><b>Раздел 2. Спектроскопические и масс-спектрометрические методы анализа</b></p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности химии и аналитического определения редких и рассеянных элементов;</li> <li>- основные принципы физико-химических и физических методов аналитического контроля в производстве веществ редких элементов;</li> <li>- особенности предварительной подготовки проб для надежного обеспечения аналитического контроля;</li> <li>- принципы организации аналитического контроля в производстве веществ редких элементов.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять содержание различных редких элементов в разных образцах;</li> <li>- грамотно организовать аналитический контроль технологических процессов в производстве редких элементов.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами проведения анализа с применением современной научной аппаратуры и обработки результатов эксперимента</li> </ul> | <p>Оценка за лабораторные работы № 2-5</p> |



|   |   |   |
|---|---|---|
| <p><b>Раздел 3.</b><br/><b>Титриметрические и радиометрические методы анализа</b></p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности химии и аналитического определения редких и рассеянных элементов;</li> <li>- основные принципы физико-химических и физических методов аналитического контроля в производстве веществ редких элементов;</li> <li>- особенности предварительной подготовки проб для надежного обеспечения аналитического контроля;</li> <li>- принципы организации аналитического контроля в производстве веществ редких элементов.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять содержание различных редких элементов в разных образцах;</li> <li>- грамотно организовать аналитический контроль технологических процессов в производстве редких элементов.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами проведения анализа с применением современной научной аппаратуры и обработки результатов эксперимента</li> </ul> | <p>Оценка за лабораторные работы № 6-8</p>  |
| <p><b>Раздел 4.</b><br/><b>Электрохимические методы анализа</b></p>                   | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности химии и аналитического определения редких и рассеянных элементов;</li> <li>- основные принципы физико-химических и физических методов аналитического контроля в производстве веществ редких элементов;</li> <li>- особенности предварительной подготовки проб для надежного обеспечения аналитического контроля;</li> <li>- принципы организации аналитического контроля в производстве веществ редких элементов.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять содержание различных редких элементов в разных образцах;</li> <li>- грамотно организовать аналитический контроль технологических процессов в производстве редких элементов.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами проведения анализа с применением современной научной аппаратуры и обработки результатов эксперимента</li> </ul> | <p>Оценка за лабораторные работы № 9-10</p> |

## **15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
«Методы физико-химического анализа в технологии редких металлов»**

**основной образовательной программы**

**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

код и наименование направления подготовки (специальности)

**специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного  
цикла»**

наименование ООП

Форма обучения: очная

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения                          |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
| 2.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
| 3.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
| 4.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ И УРАНА»**

**Специальность 18.05.02 Химическая технология материалов  
современной энергетики  
Специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного  
топливного цикла»**

**Квалификация «инженер»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2020 г.**

Программа составлена:

к.х.н., доцентом кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе  
(ТРЭН) РХТУ им. Д.И. Менделеева А.В. Бояринцевым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе «10» марта 2020, протокол № 14

## СОДЕРЖАНИЕ

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | Цели и задачи дисциплины   | 4  |
| 2.    | Требования к результатам освоения дисциплины   | 4  |
| 3.    | Объем дисциплины и виды учебной работы   | 6  |
| 4.    | Содержание дисциплины  | 6  |
| 4.1.  | Разделы дисциплины и виды занятий  | 6  |
| 4.2.  | Содержание разделов дисциплины   | 7  |
| 5.    | Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины  | 8  |
| 6.    | Практические и лабораторные занятия  | 10 |
| 6.1.  | Практические занятия. Примерные темы практических занятий по дисциплине  | 10 |
| 6.2.  | Лабораторные занятия   | 10 |
| 7.    | Самостоятельная работа   | 11 |
| 8.    | Примеры оценочных средств для контроля освоения дисциплины   | 12 |
| 8.1.  | Примерная тематика реферативно-аналитической работы  | 12 |
| 8.2.  | Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины   | 12 |
| 9.    | Учебно-методическое обеспечение дисциплины   | 17 |
| 9.1.  | Рекомендуемая литература   | 17 |
| 9.2.  | Рекомендуемые источники научно-технической информации  | 17 |
| 9.3.  | Средства обеспечения освоения дисциплины   | 17 |
| 10.   | Методические указания для обучающихся  | 18 |
| 10.1  | Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                | 18 |
| 10.2  | Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                 | 19 |
| 11.   | Методические указания для преподавателей   | 19 |
| 11.1. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий | 19 |
| 11.2. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий  | 20 |
| 12.   | Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе  | 20 |
| 13.   | Материально-техническое обеспечение дисциплины   | 30 |
| 13.1. | Оборудование, необходимое в образовательном процессе:  | 30 |
| 13.2. | Учебно-наглядные пособия   | 30 |
| 13.3. | Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства  | 31 |
| 13.4. | Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы  | 31 |
| 13.5. | Перечень лицензионного программного обеспечения  | 31 |
| 14.   | Требования к оценке качества освоения программы  | 35 |
| 15.   | Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья                                 | 38 |

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, (специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла»), рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой технологии редких элементов и наноматериалов на их основе РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Химия и технология редких металлов и урана» относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» обязательных дисциплин учебного плана.

Программа дисциплины предполагает, что обучающийся имеет теоретическую и практическую подготовку в области общей химической технологии, химии редких и рассеянных элементов, основ технологии материалов современной энергетики, методов физико-химического анализа в технологии редких элементов.

**Цель дисциплины** – формирование практических навыков в области выделения, очистки и разделения редких элементов и урана.

### **Задачи дисциплины:**

- практическое ознакомление обучающихся с некоторыми способами вскрытия редкометалльного сырья, выделения, концентрирования, очистки и разделения редких элементов с использованием методов жидкостной экстракции и сорбции;
- практическое ознакомление с методами получения соединений редких металлов и урана;
- освоение аналитических методик при выполнении работ в области химии и технологии редких металлов и урана;
- развитие навыков обработки экспериментальных данных и критического анализа получаемых результатов;
- усвоение требований техники безопасности при проведении лабораторных исследований.

Дисциплина «Химия и технология редких металлов и урана» преподается в 9 семестре специалитета. Контроль успеваемости обучающихся ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Химия и технология редких металлов и урана» при подготовке специалистов по направлению 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», направлено на приобретение следующих компетенций:

### **Профессиональные компетенции:**

- способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);
- способность принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4);
- способностью проводить радиометрические и дозиметрические измерения и корректно обрабатывать экспериментальные данные (ПК-6);

- способность обеспечить безопасное проведение работы с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения (ПК-7);
- готовность использовать действующие нормативные документы в области радиационной и ядерной безопасности (ПК-8);
- способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способностью формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ПК-12).

#### **Профессионально-специализированные компетенции (ПСК):**

- способность к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1);
- способность осуществлять контроль за сбором, хранением и переработкой радиоактивных отходов различного уровня активности с использованием передовых методов обращения с РАО (ПСК-1.2).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

#### **Знать:**

- правила техники безопасности при работе с редкими и радиоактивными элементами;
- основные методы количественного анализа циркония, РЗЭ и урана;
- методы вскрытия минералов и соединений редких элементов и урана;
- способы и факторы интенсификации процессов выщелачивания редких элементов из руд и продуктов их обогащения;
- основные методы выделения, концентрирования и разделения редких элементов;
- основные методы получения индивидуальных соединений редких элементов и урана.

#### **Уметь:**

- проводить вскрытие минералов и соединений редких элементов и урана,
- проводить выделение, концентрирование и разделение редких металлов;
- проводить критический анализ получаемых результатов, проводить их обработку и составлять отчет о проделанной работе.

#### **Владеть:**

- методологией проведения процессов выщелачивания, жидкостной экстракции, сорбции, реэкстракции и десорбции редких элементов;
- навыками приготовления водных растворов сложного солевого состава содержащих редкие металлы и уран;
- навыками приготовления и подготовки органических растворов экстрагентов для экстракции редких элементов и урана;
- навыками подготовки сорбентов различных классов для сорбции редких элементов и урана;
- навыками спектрофотометрического, титриметрического и гравиметрического определения редких металлов и урана в жидких фазах после выщелачивания, экстракции и сорбции;
- навыками расчета основных параметров процессов выщелачивания, жидкостной экстракции и сорбции.



### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                                    | В зачетных единицах | В акад. часах |
|--|---------------------|---------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>6</b>            | <b>216</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>2,67</b>         | <b>96</b>     |
| Лекции   | -                   | -             |
| Практические занятия (ПЗ)                              | -                   | -             |
| Лабораторные занятия                                   | 2,67                | 96            |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                    | <b>3,33</b>         | <b>120</b>    |
| Контактная самостоятельная работа                      | 3,33                | 0,2           |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                     | 119,8         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         | <b>зачет</b>        |               |

| Виды учебной работы                                    | В зачетных единицах | В астр. часах |
|--|---------------------|---------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>6</b>            | <b>162</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>2,67</b>         | <b>72</b>     |
| Лекции   | -                   | -             |
| Практические занятия (ПЗ)                              | -                   | -             |
| Лабораторные занятия                                   | 2,67                | 72            |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                    | <b>3,33</b>         | <b>90</b>     |
| Контактная самостоятельная работа                      | 3,33                | 0,15          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                     | 88,85         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         | <b>зачет</b>        |               |

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п     | Раздел дисциплины   | Академ. часов |             |             |
|-----------|---|---------------|-------------|-------------|
|           |   | Всего         | Лаб. работы | Сам. работа |
|           | <b>Введение. Правила техники безопасности.</b>  | <b>12</b>     | <b>6</b>    | <b>6</b>    |
| <b>1.</b> | <b>Раздел 1. Химические и физические методы количественного анализа редких элементов.</b>   | <b>50</b>     | <b>24</b>   | <b>26</b>   |
| 1.1.      | Гравиметрический (весовой) анализ. Весовое определение лантана. Весовое определение циркония.   | 13            | 6           | 7           |
| 1.2       | Титриметрический (объемный) анализ. Определение концентрации редкоземельных металлов методом комплексонометрического титрования. Определение концентрации циркония методом комплексонометрического титрования. Определение концентрации урана методом феррофосфатно-ванадатного титрования. | 24            | 12          | 12          |
| 1.3       | Спектрофотометрический анализ. Определение циркония с пирокатехиновым фиолетовым. Определение концентрации редких металлов с Арсеназо III.  | 13            | 6           | 7           |

|           |  |            |           |            |
|-----------|--|------------|-----------|------------|
| <b>2.</b> | <b>Раздел 2. Процессы выщелачивания.</b>   | <b>32</b>  | <b>12</b> | <b>20</b>  |
| 2.1       | Вскрытие эвдиалита серной кислотой.  | 16         | 6         | 10         |
| 2.2       | Влияние времени выщелачивания на степень извлечения урана из руд. Вскрытие цирконового спекта серной кислотой. | 16         | 6         | 10         |
| <b>3.</b> | <b>Раздел 3. Жидкостная экстракция.</b>  | <b>66</b>  | <b>30</b> | <b>36</b>  |
| 3.1       | Изучение кинетики экстракции с помощью диффузионной ячейки с перемешиванием.                                   | 13         | 6         | 7          |
| 3.2       | Получение изотермы экстракции циркония в трибутилфосфат.   | 14         | 6         | 8          |
| 3.3       | Получение изотермы экстракции $UO_2(NO_3)_2$ в ТБФ методом изменения объема фаз.                               | 13         | 6         | 7          |
| 3.4       | Определение состава экстрагируемого соединения   | 13         | 6         | 7          |
| 3.5       | Изучение условий образования третьей фазы при экстракции аминами.  | 13         | 6         | 7          |
| <b>4.</b> | <b>Раздел 4. Сорбционные процессы</b>  | <b>56</b>  | <b>24</b> | <b>32</b>  |
| 4.1       | Ионообменное разделение редкоземельных элементов.  | 14         | 6         | 8          |
| 4.2       | Сравнение сорбции урана при использовании катионита и анионита.  | 14         | 6         | 8          |
| 4.3       | Использование сорбента ТВЭКС-ТБФ для извлечения урана.   | 14         | 6         | 8          |
| 4.4       | Сравнение сорбентов ТВЭКС-ТБФ и АВ-17 для извлечения циркония.   | 14         | 6         | 8          |
|           | <b>ИТОГО</b>   | <b>216</b> | <b>96</b> | <b>120</b> |

#### 4.2. Содержание разделов дисциплины

##### **Введение. Правила техники безопасности.**

Общие правила работы и правила безопасности при работе в химической лаборатории. Первая помощь. Аналитические характеристики. Правильность, воспроизводимость, чувствительность, предел обнаружения и стандартное отклонение аналитических измерений.

##### **Раздел 1. Химические и физические методы количественного анализа редких элементов.**

###### 2.1. Гравиметрический (весовой) анализ.

Лабораторная работа «Весовое определение лантана. Весовое определение циркония с аммиаком и фениларсоновой кислотой».

###### 2.2. Титриметрический (объемный) анализ.

Лабораторная работа «Определение концентрации редкоземельных металлов и циркония методом комплексонометрического титрования».

Лабораторная работа «Определение концентрации урана методом феррофосфатно-ванадатного титрования».

###### 2.3. Спектрофотометрический анализ.

Лабораторная работа «Определение концентрации циркония с пирокатехиновым фиолетовым. Определение концентрации редких металлов с Арсеназо III».

##### **Раздел 2. Процессы выщелачивания.**

###### 3.1. Лабораторная работа «Вскрытие эвдиалита серной кислотой».

###### 3.2. Лабораторная работа «Вскрытие цирконового спекта серной кислотой».

### Раздел 3. Жидкостная экстракция.

- 4.1. Лабораторная работа «Изучение кинетики экстракции с помощью диффузионной ячейки с перемешиванием».
- 4.2. Лабораторная работа «Получение изотермы экстракции циркония в трибутилфосфат».
- 4.3. Лабораторная работа «Получение изотермы экстракции  $UO_2(NO_3)_2$  в ТБФ методом изменения объема фаз».
- 4.4. Лабораторная работа «Определение состава экстрагируемого соединения».
- 4.5. Лабораторная работа «Изучение условий образования третьей фазы при экстракции аминами».

### Раздел 4. Сорбционные процессы.

- 5.1. Лабораторная работа «Ионообменное разделение редкоземельных элементов».
- 5.2. Лабораторная работа «Сравнение сорбции урана при использовании катионита и анионита».
- 5.3. Лабораторная работа «Использование сорбента ТВЭКС-ТБФ для извлечения урана».
- 5.4. Лабораторная работа «Сравнение сорбентов ТВЭКС-ТБФ и АВ-17 для извлечения циркония».

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:   | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 | Раздел 4 |
|---|--|----------|----------|----------|----------|
|   | <b>Знать:</b>  |          |          |          |          |
| 1 | – правила техники безопасности при работе с редкими и радиоактивными элементами                              | +        | +        | +        | +        |
| 2 | – основные методы количественного анализа циркония, РЗЭ и урана  | +        | +        | +        | +        |
| 3 | – методы вскрытия минералов и соединений редких элементов и урана  | -        | +        | -        | -        |
| 4 | – способы и факторы интенсификации процессов выщелачивания редких элементов из руд и продуктов их обогащения | -        | +        | -        | -        |
| 5 | – основные методы выделения, концентрирования и разделения редких элементов                                  | -        | +        | +        | +        |
| 6 | – основные методы получения индивидуальных соединений редких элементов и урана                               | -        | -        | +        | +        |
|   | <b>Уметь:</b>  |          |          |          |          |
| 7 | – проводить вскрытие минералов и соединений редких элементов и урана   | -        | +        | -        | -        |
| 8 | – проводить выделение, концентрирование и разделение редких металлов   | -        | +        | +        | +        |
| 9 | – проводить критический анализ получаемых результатов, проводить их обработку и составлять отчет о           | +        | +        | +        | +        |

|  |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|
|  | проделанной работе  |   |   |   |   |
|  | <b>Владеть:</b>   |   |   |   |   |
| 10   | – методологией проведения процессов выщелачивания, жидкостной экстракции, сорбции, реэкстракции и десорбции редких элементов  | - | + | + | + |
| 11   | – навыками приготовления водных растворов сложного солевого состава содержащих редкие металлы и уран  | + | + | + | + |
| 12   | – навыками приготовления и подготовки органических растворов экстрагентов для экстракции редких элементов и урана   | - | - | + | - |
| 13   | – навыками подготовки сорбентов различных классов для сорбции редких элементов и урана  | - | - | - | + |
| 14   | – навыками спектрофотометрического, титриметрического и гравиметрического определения редких металлов и урана в жидких фазах после выщелачивания, экстракции и сорбции  | - | + | + | + |
| 15   | – навыками расчета основных параметров процессов выщелачивания, жидкостной экстракции и сорбции   | - | + | + | + |
| <b>В результате освоения дисциплины обучающийся должен приобрести следующие компетенции:</b> |   |   |   |   |   |
| 16   | – способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1) | - | + | + | + |
| 17   | – способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3)  | - | + | + | + |
| 18   | – способность принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4)  | - | + | + | + |
| 19   | – способность проводить радиометрические и дозиметрические измерения и корректно обрабатывать экспериментальные данные (ПК-6)   | - | + | + | + |
| 20   | – способность обеспечить безопасное проведение работы с использованием радиоактивных веществ в открытом   | - | + | + | + |

|    |  |   |   |   |   |
|----|--|---|---|---|---|
|    | виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения (ПК-7)   |   |   |   |   |
| 21 | – готовность использовать действующие нормативные документы в области радиационной и ядерной безопасности (ПК-8)   | - | + | + | + |
| 22 | – способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способность формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ПК-12) | - | + | + | + |
| 23 | – способность к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1) | - | + | + | + |
| 24 | – способность осуществлять контроль за сбором, хранением и переработкой радиоактивных отходов различного уровня активности с использованием передовых методов обращения с РАО (ПСК-1.2)  | - | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Рабочая программа дисциплины «Химия и технология редких металлов и урана» не предусматривает практических занятий.

### 6.2. Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Химия и технология редких металлов и урана» выполняется в соответствии с Учебным планом в 9 семестре и занимает 96 акад. ч. Лабораторные работы охватывают 1-4 разделы дисциплины. В практикум входит вводное занятие и 15 работ, по 6 ч на каждую работу. В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ их число может быть уменьшено. Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Химия редких и рассеянных элементов», а также дает знания о способах вскрытия редкометалльного сырья, выделения, концентрирования, очистки и разделения редких элементов с использованием методов жидкостной экстракции и сорбции, а также получения соединений редких металлов и урана.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 100 баллов (максимально по 6 баллов за работы № 1-4; № 7-15 и по 11 баллов за работы № 5 и № 6). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

| № п/п         | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ  | Часы      |
|---------------|----------------------|--|-----------|
|               | Введение.            | Правила техники безопасности.  | 6         |
| 1             | 1                    | Весовое определение лантана. Весовое определение циркония с аммиаком и фениларсоновой кислотой.                          | 6         |
| 2             | 1                    | Определение концентрации редкоземельных металлов и циркония методом комплексонометрического титрования.                  | 6         |
| 3             | 1                    | Определение концентрации урана методом феррофосфатно-ванадатного титрования.   | 6         |
| 4             | 1                    | Определение концентрации циркония с пирокатехиновым фиолетовым. Определение концентрации редких металлов с Арсеназо III. | 6         |
| 5             | 2                    | Вскрытие эвдиалита серной кислотой.  | 6         |
| 6             | 2                    | Вскрытие цирконового спёка серной кислотой.  | 6         |
| 7             | 3                    | Изучение кинетики экстракции с помощью диффузионной ячейки с перемешиванием.   | 6         |
| 8             | 3                    | Получение изотермы экстракции циркония в трибутилфосфат.   | 6         |
| 9             | 3                    | Получение изотермы экстракции $UO_2(NO_3)_2$ в ТБФ методом изменения объема фаз.   | 6         |
| 10            | 3                    | Определение состава экстрагируемого соединения.  | 6         |
| 11            | 3                    | Изучение условий образования третьей фазы при экстракции аминами.  | 6         |
| 12            | 4                    | Ионообменное разделение редкоземельных элементов.  | 6         |
| 13            | 4                    | Сравнение сорбции урана при использовании катионита и анионита.  | 6         |
| 14            | 4                    | Использование сорбента ТВЭКС-ТБФ для извлечения урана.   | 6         |
| 15            | 4                    | Сравнение сорбентов ТВЭКС-ТБФ и АВ-17 для извлечения циркония.   | 6         |
| <b>ИТОГО:</b> |                      |  | <b>96</b> |

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Химия и технология редких металлов и урана» предусмотрена самостоятельная работа обучающегося в специалитете в объеме 120 акад. часов в 9 семестре. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- подготовку к выполнению лабораторных работ;
- оформление отчета о лабораторной работе;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный ранее при освоении дисциплин «Химия редких и рассеянных элементов», «Основы технологии материалов современной энергетики», необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных и электронных научно-информационных источников, представленных в рабочей программе. При работе с

указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.**

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине «Химия и технология редких металлов и урана» не предусмотрена.

### **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Текущий контроль освоения дисциплины в семестре включает в себя проверку подготовки к лабораторным работам и защиту лабораторных работ из разделов 1-4 после их выполнения. Для текущего контроля предусмотрены вопросы к лабораторным работам. Максимальная оценка за лабораторные работы составляет 100 баллов (максимально по 6 баллов за работы №1-4; №7-15 и по 11 баллов за работы №5 и №6) и складывается из суммы баллов за лабораторные работы.

#### **Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины:**

**Раздел 1. Химические и физические методы количественного анализа редких элементов.**

**Примеры вопросов к лабораторной работе № 1 «Весовое определение лантана. Весовое определение циркония с аммиаком и фениларсоновой кислотой». Максимальная оценка – 6 баллов.**

**Вопрос 1:** Какие основные осадители применяют в технологии РЗЭ?

**Вопрос 2:** Назовите оптимальные условия для осаждения РЗЭ из азотнокислых растворов водными растворами щавелевой кислоты?

**Вопрос 3:** Объясните в чем различие осаждения циркония из кислых многокомпонентных растворов с использованием водного раствора аммиака и фениларсоновой кислоты в присутствии пероксида водорода?

**Вопрос 4:** Почему при осаждении циркония аммиаком из кислых растворов необходимо добавлять избыток осадителя?

**Вопрос 5:** Назовите классификацию бумажных фильтров по крупности пор (удельному весу)? Что означает «беззольный» фильтр?

**Примеры вопросов к лабораторной работе № 2 «Определение концентрации редкоземельных металлов и циркония методом комплексонометрического титрования». Максимальная оценка – 6 баллов.**

**Вопрос 1:** Объясните, на чем основан метод титриметрического определения концентрации металлов в растворах?

**Вопрос 2:** Что такое титрант? Что является титрантом, если кислота титруется щелочью?

**Вопрос 3:** Поясните, на чем основан расчет концентрации металла в объемном анализе?

**Вопрос 4:** Какое соединение при титровании раствора циркония является комплексоном? Какие соединения называют комплексонами?

**Вопрос 5:** Объясните, для каких целей в ходе комплексонометрического определения концентрации циркония в раствор добавляется соляная кислота?

**Примеры вопросов к лабораторной работе № 3 «Определение концентрации урана методом феррофосфатно-ванадатного титрования». Максимальная оценка – 6 баллов.**

**Вопрос 1:** Объясните, на чем основан метод феррофосфатнованадатного титрования урана в водных растворах?

**Вопрос 2:** Поясните, для чего в методе феррофосфатнованадатного титрования урана добавляют раствор мочевины?

**Вопрос 3:** Поясните, для чего в методе феррофосфатнованадатного титрования урана добавляется дифениламиносульфонат натрия?

**Вопрос 4:** Поясните, в виде какого соединения в методе феррофосфатнованадатного титрования урана используется железо и какую роль оно играет в этом методе?

**Вопрос 5:** Скажите, что служит титрантом в методе феррофосфатнованадатного титрования урана?

**Примеры вопросов к лабораторной работе № 4 «Определение концентрации циркония с пирокатехиновым фиолетовым. Определение концентрации редких металлов с Арсеназо III». Максимальная оценка – 6 баллов.**

**Вопрос 1:** На чем основан спектрофотометрический анализ?

**Вопрос 2:** На основании какого закона строится градуировочная зависимость?

**Вопрос 3:** В каких координатах строится градуировочная зависимость?

**Вопрос 4:** На чем основан метод определения концентрации циркония с ПКФ?

**Вопрос 5:** Для построения градуировочной зависимости рассчитайте концентрацию (г/л) стандартного раствора, если объем аликвоты в колбу на 50 мл равен: 1; 3; 5; 8; 10 мл. Концентрация металла в стандартном растворе равна 0,1 г/л.

**Вопрос 6:** Для построения градуировочной зависимости рассчитайте концентрацию (в г/л) стандартного раствора металла, если объем аликвоты в колбу на 50 мл равен: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 мл. Концентрация металла в стандартном растворе равна 0,01 г/л.

**Вопрос 7:** На чем основан метод определения концентрации редких элементов с арсеназо III?

**Вопрос 8:** Зачем добавляется водный раствор  $\text{HNO}_3$  при определении концентрации редких металлов (урана) с Арсеназо III?

**Раздел 2. Процессы выщелачивания.**

**Примеры вопросов к лабораторной работе № 5 «Вскрытие эвдиалита серной кислотой». Максимальная оценка – 11 баллов.**

**Вопрос 1:** Дайте понятие процессов выщелачивания и растворения?

**Вопрос 2:** В чем отличие процессов выщелачивания и растворения?

**Вопрос 3:** Дайте понятие что такое пульпа?

**Вопрос 4:** Что понимается под операцией «деконтация» и «репульпация»?

**Вопрос 5:** Какой тип выщелачивания используется в работе при выщелачивании эвдиалита – агитационное или перколяционное?

**Вопрос 6:** Объясните преимущества аморфного осадка перед кристаллическим.

**Вопрос 7:** Назовите основные классы реагентов для выщелачивания редких металлов из минерального и техногенного сырья.

**Вопрос 8:** Перечислите основные минералы циркония.

**Вопрос 9:** Напишите химическую формулу минерала эвдиалит.

**Вопрос 10:** Как экспериментально проводят определение оптимального времени выщелачивания для конкретных твердых образцов и условий?

**Вопрос 12:** Как экспериментально проводят определение оптимальной температуры процесса выщелачивания целевого компонента из руд и минералов? Какие при этом параметры процесса должны оставаться неизменными?



**Примеры вопросов к лабораторной работе № 6 «Вскрытие цирконового спёка серной кислотой». Максимальная оценка – 11 баллов.**

**Вопрос 1:** Напишите химическую формулу минерала циркон.

**Вопрос 2:** Что означает термин химическое вскрытие руды? С какой целью в технологии редких металлов проводят вскрытие руды?

**Вопрос 3:** Какая стадия лимитирует процесс вскрытия цирконового спёка серной кислотой в данной работе?

**Вопрос 4:** Почему в работе вскрытие цирконового спёка проводят серной, а не азотной кислотой?

**Вопрос 5:** Как приготовить 6М раствор  $H_2SO_4$  из концентрированной серной кислоты (18М)?

**Вопрос 6:** Запишите уравнение разложения циркона с известью ( $CaO$ ).

**Вопрос 7:** Запишите уравнение разложения циркона с содой ( $Na_2CO_3$ ).

**Вопрос 8:** Запишите уравнение разложения циркона с едким натром ( $NaOH$ ) и его смесью с пероксидом натрия ( $Na_2O_2$ ).

**Вопрос 9:** Запишите уравнение разложения циркона с мелом ( $CaCO_3$ ).

**Вопрос 10:** Запишите уравнение разложения циркона с доломитом ( $CaMg(CO_3)_2$ ).

**Вопрос 11:** Запишите уравнение разложения циркона с сульфатом кальция.

**Вопрос 12:** Запишите уравнение разложения циркона с фторсиликатом калия ( $K_2SiF_6$ ).

**Вопрос 13:** Запишите уравнение взаимодействия  $CaZrO_3$  с соляной кислотой и серной кислотой.

**Вопрос 14:** Запишите уравнение взаимодействия  $Na_2ZrO_3$  с серной кислотой.

**Вопрос 15:** Напишите уравнение для расчета степени извлечения циркония из эвдиалита водным раствором серной кислоты.

**Раздел 3. Жидкостная экстракция.**

**Примеры вопросов к лабораторной работе № 7 «Изучение кинетики экстракции с помощью диффузионной ячейки с перемешиванием». Максимальная оценка – 6 баллов.**

**Вопрос 1:** Дайте определение следующих понятий: экстракция, экстрагент, разбавитель, экстракт?

**Вопрос 2:** Назовите основные типы экстрагентов, используемых для извлечения ионов металлов, и группы экстрагирующихся соединений.

**Вопрос 3:** Назовите основные задачи, которые решает жидкостная экстракция в технологии редких металлов.

**Вопрос 4:** Запишите формулу для расчета величины коэффициента массопередачи.

**Вопрос 5:** Как определить время установления термодинамического равновесия в экстракционной системе?

**Примеры вопросов к лабораторной работе № 8 «Получение изотермы экстракции циркония в трибутилфосфат». Максимальная оценка – 6 баллов.**

**Вопрос 1:** Назовите основные виды концентрирования.

**Вопрос 2:** Что такое коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициент разделения?

**Вопрос 3:** При каких значениях коэффициентов разделения и коэффициентов распределения достигается количественное разделение веществ?

**Вопрос 4:** Какие условия необходимо создать для перехода вещества из водной фазы в органическую?

**Вопрос 5:** Укажите различия между константой и коэффициентом распределения.

**Вопрос 6:** От каких факторов зависит степень извлечения вещества экстракционным методом? Каким образом степень извлечения связана с коэффициентом распределения?

**Примеры вопросов к лабораторной работе № 9 «Получение изотермы экстракции  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$  в ТБФ методом изменения объема фаз». Максимальная оценка – 6 баллов.**

**Вопрос 1:** Каким должен быть минимальный коэффициент распределения, обеспечивающий извлечение 95% растворенного вещества из 100,0 мл водного раствора экстракцией: 1) двумя порциями по 25,0 мл; 2) пятью порциями по 10,0 мл?

**Вопрос 2:** Перечислите основные способы осуществления жидкостной экстракции.

**Вопрос 3:** Что такое высаливающий эффект?

**Вопрос 4:** Что такое синергетный и антагонистический эффект в жидкостной экстракции?

**Вопрос 5:** Запишите уравнение экстракции циркония из азотнокислого раствора ТБФ.

**Вопрос 6:** Назовите тип механизма экстракции циркония из азотнокислых растворов ТБФ.

**Вопрос 7:** Объясните для чего необходимо проводить насыщение органического раствора ТБФ в разбавителе азотной кислотой перед экстракцией циркония в случае экстракции из азотнокислого раствора.

**Примеры вопросов к лабораторной работе № 10 «Определение состава экстрагируемого соединения». Максимальная оценка – 6 баллов.**

**Вопрос 1:** Запишите формульное выражение закона действующих масс для жидкостной экстракции.

**Вопрос 2:** Запишите в общем виде уравнение экстракции металла по сольватному механизму. Выразите на основании уравнения экстракции константу равновесия.

**Вопрос 3:** Каким способом может быть определено количество молекул экстрагента входящих в состав экстрагируемого соединения?

**Вопрос 4:** В каких координатах строят графическую зависимость для определения количества молекул экстрагента в составе экстрагируемого соединения?

**Вопрос 5:** Напишите выражение для расчета равновесной концентрации ТБФ в органической фазе.

**Примеры вопросов к лабораторной работе № 11 «Изучение условий образования третьей фазы при экстракции аминами». Максимальная оценка – 6 баллов.**

**Максимальная оценка – 6 баллов.**

**Вопрос 1:** Запишите уравнение экстракции циркония из хлоридно-роданидного раствора ТБФ.

**Вопрос 2:** Назовите тип механизма экстракции циркония из хлоридно-роданидных растворов ТБФ.

**Вопрос 3:** Объясните почему не требуется проводить насыщение органического раствора ТБФ в разбавителе кислотой перед экстракцией циркония из хлоридно-роданидных растворов.

**Вопрос 4:** Поясните в каких координатах строят изотермы экстракции?

**Вопрос 5:** Как экспериментально проводят определение оптимального времени экстракции (времени необходимого для установления термодинамического равновесия) для конкретных экстракционных систем и условий?

**Вопрос 6:** Напишите формулу для расчета величины коэффициента распределения, степени экстракции, коэффициента разделения.

**Вопрос 7:** Для чего в экстракционной технологии редких металлов проводят стадию промывки органического экстракта?

**Вопрос 8:** В чем заключается процесс жидкофазной и твердофазной экстракции?

**Раздел 4. Сорбционные процессы.**

**Примеры вопросов к лабораторной работе № 12 «Ионообменное разделение редкоземельных элементов. Максимальная оценка – 6 баллов.**

- Вопрос 1:** Дайте определение следующих понятий: сорбция, сорбент, элюент.
- Вопрос 2:** Какие виды взаимодействия существуют между веществом и сорбентом?
- Вопрос 3:** В каких координатах строят изотермы сорбции?
- Вопрос 4:** Перечислите основные способы осуществления сорбции.
- Вопрос 5:** Сформулируйте критерии, по которым выбирают сорбенты для сорбционного концентрирования ионов металлов. Приведите примеры таких сорбентов.
- Вопрос 6:** Какие марки отечественных катионообменных и анионообменных смол вы знаете?
- Вопрос 7:** Как проводят подготовку ионообменной смолы к сорбции РЗЭ?
- Вопрос 8:** На каком свойстве основано ионообменное разделение лантаноидов?

**Примеры вопросов к лабораторной работе № 13 «Сравнение сорбции урана при использовании катионита и анионита». Максимальная оценка – 6 баллов.**

- Вопрос 1:** Дайте определение следующих понятий: ионит, ионообменные смолы?
- Вопрос 2:** Что называется матрицей ионита и ионогенной группой?
- Вопрос 3:** По какому принципу классифицируются иониты?
- Вопрос 4:** Дайте определение изотермы сорбции. В каких координатах строится изотерма сорбции?
- Вопрос 5:** Запишите уравнение вычисления величины коэффициента распределения для процесса сорбции.
- Вопрос 6:** Дайте определение следующих понятий: полная обменная ёмкость, статическая обменная ёмкость, динамическая обменная ёмкость, полная динамическая обменная ёмкость?

**Примеры вопросов к лабораторной работе № 14 «Использование сорбента ТВЭКС-ТБФ для извлечения урана». Максимальная оценка – 6 баллов.**

- Вопрос 1:** Расскажите каким способом получают сорбент ТВЭКС-ТБФ? Назовите два основных способа фиксации жидких экстрагентов на носителе?
- Вопрос 2:** Расшифруйте аббревиатуру ТВЭКС.
- Вопрос 3:** Назовите преимущества твердых сорбентов по сравнению с жидкими.
- Вопрос 4:** Расскажите методику определения ёмкости сорбента в статических условиях.
- Вопрос 5:** Как проводят десорбцию урана из ТВЭКС?

**Примеры вопросов к лабораторной работе № 15 «Сравнение сорбентов ТВЭКС-ТБФ и АВ-17 для извлечения циркония». Максимальная оценка – 6 баллов.**

- Вопрос 1:** Расскажите, по какому механизму протекает сорбция урана из водных растворов азотной кислоты ТВЭКС-ТБФ?
- Вопрос 2:** Расскажите, по какому механизму протекает сорбция циркония из водных растворов азотной кислоты ТВЭКС-ТБФ?
- Вопрос 3:** В каких промышленных процессах используют экстракцию циркония из азотнокислых растворов?
- Вопрос 4:** В каких промышленных процессах используют экстракцию урана из азотнокислых растворов?
- Вопрос 5:** Расскажите, как проводят десорбцию циркония и урана из ТВЭКС-ТБФ.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. Чижевская С.В., Клименко О.В., Жуков А.В. Основы химии и технологии урана: учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. 151с.
2. Жуков А.В., Чижевская С.В., Клименко О.М. Техника лабораторных работ: учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. 124с.

#### Б. Дополнительная литература

1. Коровин С.С., Дробот Д.В., Федоров П.И. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. Т. 2 .М. : МИСиС, 1999. - 464 с.
2. Краткий справочник физико-химических величин / под ред. А.А. Равделя и А.М. Пономарёвой. - СПб. : Изд-во Иван Фёдоров, 2003. – 238 с.
3. Кельнер Р., Мерме Ж.-М., Отто М., Видмер Г.М. Аналитическая химия. Проблемы и подходы. В 2-х томах / пер. с англ., под ред. Ю.А. Золотова, -М.: Мир, 2004. - 610 с.; 730 с.
4. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа / под ред. О.М. Петрухина. - М.: Химия, 2001. - 496 с.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

7. Журнал аналитической химии. ISSN 0044-4502.
8. Журнал «Альманах современной метрологии». ISSN 2313-8068.
9. Журнал «АНАЛИТИКА». ISSN 2227-572X
10. Журнал «Аналитика и контроль». ISSN 2073-1442
11. Журнал неорганической химии ISSN 0044-457X;
12. Журнал «Цветные металлы» ISSN 0372-2929.

### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- инструкции по выполнению лабораторных работ;
- задания для выполнения лабораторных работ;
- комплекты образцов для выполнения лабораторных работ.

При переходе на электронное обучение (ЭО) и дистанционные образовательные технологии (ДОТ) для реализации рабочей программы применяются: следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения дисциплины:

- электронная информационно-образовательная среда РХТУ (ЭИОС);
- сервисы по доставке e-mail сообщений;
- платформа для проведения онлайн конференций и вебинаров – Zoom (<https://zoom.us>).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 07.02.2020).
- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования //

Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/94/91/6/67> (дата обращения: 07.02.2020).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 07.02.2020).

При освоении дисциплины обучающиеся должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 07.02.2020).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 07.02.2020).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 07.02.2020).

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в специалитете направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина (лабораторный практикум) «Химия и технология редких металлов и урана» включает 4 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При выполнении лабораторных работ каждого раздела рекомендуется регулярное повторение лекционного материала, законспектированного ранее при освоении дисциплин «Химия редких и рассеянных элементов», «Основы технологии материалов современной энергетики», а также дополнение его сведениями из литературных и электронных научно-информационных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Результаты выполнения лабораторных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний.

Рабочая программа дисциплины «Химия и технология редких металлов и урана» предусматривает проведение лабораторных работ в объеме 96 ч. Работы выполняются в часы, выделенные учебным планом в 9 семестре. Лабораторные работы охватывают 1-4 раздела (максимально по 6 баллов за работы №1-4; №7-15 и по 11 баллов за работы №5 и №6). На выполнение каждой работы отводится 6 часов в зависимости от трудоемкости.

Целью выполнения лабораторных работ является закрепление полученных знаний в области химии и технологии редких элементов и урана, формирование практических навыков в области выделения, очистки и разделения редких элементов и урана, расширение эрудиции и кругозора обучающегося специалитета в области химии и технологии редких элементов и урана, развитие творческого потенциала и самостоятельного мышления обучающегося. В задачи подготовки к выполнению лабораторных работ входит приобретение навыков работы с информационными

ресурсами, получение опыта проведения работ, обработки, анализа полученных результатов, формулирования выводов по выполненной работе, знакомство с правилами оформления лабораторных работ.

При подготовке к выполнению лабораторных работ обучающийся должен руководствоваться следующими основными принципами:

- сочетание в работе, с одной стороны, изученных ранее теоретических положений и сведений, с другой, – результатов новейших разработок в области химии и технологии редких металлов и урана;
- творческий аналитический подход к полученным в лабораторной работе результатам, исключающий их простое перечисление и изложение.

Работа над подготовкой в лабораторной работе ориентирована в первую очередь на самостоятельную работу обучающегося с информационными ресурсами – Практикумом по Технологии материалов современной энергетики, конспектом лекций и раздаточным материалом, научно-технической и справочной литературой, ГОСТами, ресурсами Интернета, базами данных. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза и городских научно-технических библиотек, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета, материалами тематических выставок и научно-технических конференций.

При оформлении лабораторных работ следует ориентироваться на требования, приведенные в ГОСТах и в Практикуме по Технологии материалов современной энергетики.

Содержание и оформление лабораторных работ оценивается в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка за выполнение всех работ лабораторного практикума составляет 100 баллов отводимых на работу обучающегося в семестре.

Совокупная оценка текущей работы обучающегося специалитета в семестре складывается из набранной суммы баллов за лабораторные работы. Максимальная оценка за выполнение всех лабораторных работ составляет 100 баллов (максимально по 6 баллов за работы №1-4; №7-15 и по 11 баллов за работы №5 и №6).

## **10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

# **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

## **11.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Дисциплина «Химия и технология редких металлов и урана» проводится в 9 семестре и включает лабораторные работы и самостоятельную подготовку по всем разделам.

Теоретические материалы, осваиваемые обучающимися при самостоятельной подготовке, необходимо контролировать при сдаче лабораторных работ. Умения и навыки, необходимые для полного освоения программы в рамках заявленных

компетенций, следует формировать и закреплять у обучающегося в ходе выполнения лабораторных работ.

Для своевременной подготовки обучающихся к лабораторным работам преподавателям рекомендуется назвать тему и выдать задания на самостоятельную подготовку заблаговременно, в течение недели.

После проведения лабораторной работы преподавателям рекомендуется выдать вопросы для закрепления полученных практических и теоретических навыков в ходе последующего самостоятельного изучения разделов дисциплины.

Ход проведения лабораторных работ включает самостоятельную подготовку к работе по заранее озвученной теме, постановку задачи и ее согласование с преподавателем, планирование хода выполнения работы, выполнение работы в соответствии с разработанным планом, подготовку отчета о выполненной работе, защиту лабораторной работы. Успешное выполнение и сдача всех работ лабораторного практикума служит основанием для получения зачета.

### **11.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; лабораторные работы, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; онлайн консультации по курсовому проектированию; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД, в зависимости от конкретной ситуации, ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается, и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

## **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2020 составляет 1 715 452 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

### Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

| № | Электронный ресурс                           | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей   | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором  |
|---|--|---|--|
| 1 | Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ» | <p>Принадлежность - сторонняя</p> <p>Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г.</p> <p>Сумма договора – 642 083-68</p> <p>Срок действия с «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Дополнительный Договор № 33.03-Р-3.1-2217/2020 от 02.03.2020 г.</p> <p>Сумма договора- 30 994-52</p> <p>Срок действия с «02» марта 2020 г. по «25» сентября 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020</p> <p>Сумма договора – 747 661-28</p> | <p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки»-изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика»-изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент»- изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> |



|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
|   |   | <p>Срок действия Договора с «26» сентября 2020г. по «25» сентября 2021г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>   |  |
| 2 | <p>Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)</p> | <p>Принадлежность – собственная РХТУ.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a></p> <p>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера</p>   | <p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>  |
| 3 | <p>Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».</p>    | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 189-2647А/2019 От 09.01.2020 г.</p> <p>Сумма договора – 601110-00 С «01» января.2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a></p> <p>Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.</p> | <p>Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД</p>   |
| 4 | <p>Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ).</p>  | <p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Реквизиты договора – ФГБУ РГБ, Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020</p> <p>Сумма договора - 398 840-00 С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a></p> <p>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.</p>   | <p>В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.</p> |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| 5 | БД ВИНТИ РАН                                | <p>Принадлежность сторонняя, Реквизиты договора- ВИНТИ РАН<br/> Договор № 33.03-Р-3.1-2047/2019 от 25 февраля 2020 г.<br/> Сумма договора - 100 000-00<br/> С «25» февраля 2020 г. по «24 » февраля 2021 г.<br/> Ссылка на сайт- <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a><br/> Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.</p>          | <p>Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов</p>   |
| 6 | Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru» | <p>Принадлежность – сторонняя<br/> Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека,<br/> договор № 33.03-Р-3.1 2087/2019<br/> Сумма договора – 1100017-00<br/> С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/> Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a><br/> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | <p>Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.</p> |
| 7 | Справочно-правовая система «Консультант+»   | <p>Принадлежность сторонняя- Договор № 174-247ЭА/2019 от 26.12.2019 г.<br/> Сумма договора - 927 029-80<br/> С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/> Ссылка на сайт- <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a><br/> Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>   | <p>Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.</p>   |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
| 8  | Справочно-правовая система «Гарант»                    | Принадлежность сторонняя<br>Договор №166-235ЭА/2019 от 23.12.2019 г.<br>Сумма договора - 603 949-84<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a><br>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.  | Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.   |
| 9  | Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"   | Принадлежность сторонняя-«Электронное издательство ЮРАЙТ»<br>Договор № 33.03-Р-3.1-220/2020 от 16.03.2020 г.<br>Сумма договора - 324 000-00<br>С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a><br>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. | Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов. |
| 10 | Электронно-библиотечная система «Консультант студента» | Принадлежность сторонняя-ООО «Политехресурс»<br>Договор № 33.03-Р-3.1-218/2020 От «16» марта 2020 г.<br>Сумма договора-36 500-00<br>С «17» марта 2020 г. по «16» марта 2021 г<br>Ссылка на сайт – <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a><br>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.       | Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».  |
| 11 | Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»          | Принадлежность сторонняя-ООО «ЗНАНИУМ»,<br>Договор № 4309 эбс 33.03-Р-3.1-2215/2020 от «20» марта 2020 г.<br>Сумма договора-30 000-00<br>С «20» марта 2020 г. по «19» марта 2021г<br>Ссылка на сайт – <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a><br>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.                   | Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.  |

|    |   |  |   |
|----|---|--|---|
| 12 | Информационно-аналитическая система Science Index | <p>Принадлежность сторонняя- ООО «Научная электронная библиотека»<br/> Договор № SIO-364/19 33.03-P-3.1-2103/2019<br/> от «17» февраля 2020 г.<br/> Сумма договора-90 000-00<br/> Срок действия с «17» февраля 2020 г. по «16» февраля 2021 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ</p>   | Дистанционная поддержка публикационной активности преподавателей университета   |
| 13 | Издательство Wiley                                | <p>Принадлежность сторонняя.<br/> Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/> Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 694</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.<br/> Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации.</p> | Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.  |
| 14 | QUESTEL ORBIT                                     | <p>Принадлежность сторонняя.<br/> Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/> Информационное письмо РФФИ от 09.10.2020 г. № 1162</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://orbit.com">https://orbit.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>   | ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов. |

|    |   |  |  |
|----|---|--|--|
| 15 | American Chemical Society   | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 637</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа: <a href="https://pubs.acs.org/page/remotaccess">https://pubs.acs.org/page/remotaccess</a></p>               | <p>Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society</p>   |
| 16 | База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 10.07.2020 г. № 712</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ.</p>   | <p>Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза.</p> <p>Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.</p> |
| 17 | Ресурсы международной компании Clarivate Analytics                | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 692</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=</a></p> | <p>Открыт доступ к ресурсам: <b>WEB of SCIENCE</b> – реферативная и наукометрическая база данных. <b>MEDLINE</b> – реферативная база данных по медицине.</p>   |

|    |   |  |  |
|----|---|--|--|
|    |   | Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Удаленный доступ.   |  |
| 18 | Электронные ресурсы издательства SpringerNature           | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></li> <li>- Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></li> <li>- Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group <a href="https://www.nature.com/siteindex/index.html">https://www.nature.com/siteindex/index.html</a></li> <li>- Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols <a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a></li> <li>- Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a></li> <li>- Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме</li> <li>- Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a></li> <li>- Nano Database <a href="https://goo.gl/PdhJdo">https://goo.gl/PdhJdo</a></li> <li>- Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a></li> </ul> |
| 19 | База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 635</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p>  | <p>SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика</p>  |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
|    |  | Ссылка на сайт – <a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a><br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.  | обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.  |
| 20 | Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect | Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 772 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a><br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.<br>Удаленный доступ.   | «Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов.<br>«Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук.<br>Доступ к архиву 2015-2019 гг. |
| 21 | American Institute of Physics (AIP)                        | Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 № 1188 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://scitation.aip.org">http://scitation.aip.org</a><br><br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.scitation.org/remote-access">https://www.scitation.org/remote-access</a> | Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP).   |
| 22 | Scopus   | Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a> .<br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Удаленный доступ.  | Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства <b>ELSEVIER</b>  |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 23 | Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество) | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a><br>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access">https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access</a> | Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии. |
|----|--|---|--|

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов:

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

92. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>

Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

93. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>

В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

94. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>

База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

95. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.



96. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

97. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>

Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

98. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>

ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

99. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>

PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

100. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>

Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.

101. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>

Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)

[http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru)

[http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru) Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

### 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Химия и технология редких металлов и урана» проводятся в форме лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

#### 13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Учебная лаборатория, снабженная необходимым для выполнения лабораторных работ материалами и оборудованием, лабораторной и учебной мебелью.

#### 13.2. Учебно-наглядные пособия

Раздаточный материал, методические пособия.

### 13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### 13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам дисциплины.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам дисциплины; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

### 13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|---------------------------------------|---|--|
| 1     | Неисключительная лицензия на использование Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprise<br>В составе:<br><br>32) В составе Microsoft Office Professional Plus 2019:<br><ul style="list-style-type: none"><li>• Word</li><li>• Excel</li><li>• Power Point</li><li>• Outlook</li><li>• OneNote</li><li>• Access</li><li>• Publisher</li><li>• InfoPath</li></ul><br>33) Microsoft Core CAL<br><br>34) Microsoft Windows Upgrade | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 657 комплектов.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907<br>Каждый комплект включает:<br>1) Лицензию на комплекс для создания презентаций, электронных текстов и таблиц, обработки баз данных Microsoft Office.<br>2) Лицензию для подключения пользователей к серверным системам Microsoft:<br><ul style="list-style-type: none"><li>• Exchange Server Standard,</li><li>• Exchange Server Enterprise,</li><li>• SharePoint Server,</li><li>• Skype для бизнеса Server,</li><li>• Windows MultiPoint Server Premium,</li><li>• Windows Server Standard,</li><li>• Windows Server Data Center</li></ul><br>3) Лицензию на обновление | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии |
|-------|--|--|---|----------------------------------|
|       |  |  | <p>операционной системы для рабочих станций Windows 10.<br/> Дополнительно на ВУЗ предоставляется право на использование 1 (одной) лицензии средств разработки в рамках учебных компьютеров одного технического, естественнонаучного факультета (кафедры) и предоставления студентам для целей обучения Azure Dev Tools for Teaching.<br/> Количество активаций неограниченно в рамках подразделения.</p> |                                  |
| 2     | <p>Неисключительная лицензия на использование Учебный Комплект Компас-3D v18 на 50 мест.<br/> Проектирование и конструирование в машиностроении, лицензия.</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>2 лицензии на учебный комплект программного обеспечения для проектирования и конструирования в машиностроении, рассчитанные на активацию на 50 мест каждая.</p>  | бессрочно                        |
| 3     | <p>Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users</p>   | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>1 (одна) сетевая лицензия на 200 пользователей</p>   | бессрочно                        |
| 4     | <p>Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition Legalization GetGenuine Legalization</p>                          | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>150 лицензий.<br/> Соглашение Microsoft OLV № V6159937</p>   | бессрочно                        |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|--|--|--|---|
| 5     | <p>Неисключительная лицензия на использование SysCtrDatactrCore ALNG LicSAPk OLVS 16License E 1Y AcademicEdition Additional Product CoreLic</p> <p>Предоставляет право на использование продуктов Microsoft: Configuration Manager Data Protection Manager Endpoint Protection Operations Manager Orchestrator Service Manager Virtual Machine Manager</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>1 (один) комплект, включающий 16 (шестнадцать) лицензий для активации на 16 (шестнадцати) физических процессорных ядрах. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 6     | <p>Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP</p> <p>Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams</p>  | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p>   | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|--|--|--|---|
| 7.    | <p>Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsvL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft</p> <p>Приложения в составе подписки:<br/>Outlook<br/>OneDrive<br/>Word<br/>Excel<br/>PowerPoint<br/>Microsoft Teams</p>              | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>26280 лицензий для студентов ВУЗа.<br/>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 8.    | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License</p> <p>По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах</p>                    | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 9.    | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License</p> <p>По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред</p>     | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>20 лицензий для виртуальных и облачных сред</p>                                   | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий                 | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|--|
| 10.   | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2000 лицензий для почтовых серверов | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

#### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки     |
|--|--|--------------------------------------|
| <b>Раздел 1.<br/>Химические и физические методы количественного анализа редких элементов</b> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ правила техники безопасности при работе с редкими и радиоактивными элементами;</li> <li>○ основные методы количественного анализа циркония, РЗЭ и урана;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ проводить критический анализ получаемых результатов, проводить их обработку и составлять отчет о проделанной работе.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ навыками приготовления водных растворов сложного солевого состава содержащих редкие металлы и уран.</li> </ul> | Оценка за лабораторные работы № 1-4. |
| <b>Раздел 2.<br/>Процессы выщелачивания.</b>   | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ правила техники безопасности при работе с редкими и радиоактивными элементами;</li> <li>○ основные методы количественного анализа циркония, РЗЭ и урана;</li> <li>○ методы вскрытия минералов и соединений редких элементов и урана;</li> <li>○ способы и факторы интенсификации процессов выщелачивания редких элементов из руд и продуктов их обогащения;</li> <li>○ основные методы выделения, концентрирования и разделения редких</li> </ul>  | Оценка за лабораторные работы № 5,6. |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | <p>элементов.</p> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ проводить вскрытие минералов и соединений редких элементов и урана;</li> <li>○ проводить выделение, концентрирование и разделение редких металлов;</li> <li>○ проводить критический анализ получаемых результатов, проводить их обработку и составлять отчет о проделанной работе.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ методологией проведения процессов выщелачивания, жидкостной экстракции, сорбции, реэкстракции и десорбции редких элементов;</li> <li>○ навыками приготовления водных растворов сложного солевого состава содержащих редкие металлы и уран;</li> <li>○ навыками спектрофотометрического, титриметрического и гравиметрического определения редких металлов и урана в жидких фазах после выщелачивания, экстракции и сорбции;</li> <li>○ навыками расчета основных параметров процессов выщелачивания, жидкостной экстракции и сорбции.</li> </ul> |  |
| <p><b>Раздел 3.</b><br/><b>Жидкостная экстракция.</b></p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– правила техники безопасности при работе с редкими и радиоактивными элементами;</li> <li>– основные методы количественного анализа циркония, РЗЭ и урана;</li> <li>– основные методы выделения, концентрирования и разделения редких элементов;</li> <li>– основные методы получения индивидуальных соединений редких элементов и урана.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить выделение, концентрирование и разделение редких металлов;</li> <li>– проводить критический анализ получаемых результатов, проводить их обработку и составлять отчет о проделанной работе.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методологией проведения процессов выщелачивания, жидкостной экстракции, сорбции, реэкстракции и десорбции</li> </ul>   | <p>Оценка за лабораторные работы № 7-11.</p> |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | <p>редких элементов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками приготовления водных растворов сложного солевого состава содержащих редкие металлы и уран;</li> <li>– навыками спектрофотометрического, титриметрического и гравиметрического определения редких металлов и урана в жидких фазах после выщелачивания, экстракции и сорбции;</li> <li>– навыками расчета основных параметров процессов выщелачивания, жидкостной экстракции и сорбции.</li> </ul>  |   |
| <p><b>Раздел 4.<br/>Сорбционные процессы.</b></p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– правила техники безопасности при работе с редкими и радиоактивными элементами;</li> <li>– основные методы количественного анализа циркония, РЗЭ и урана;</li> <li>– основные методы выделения, концентрирования и разделения редких элементов;</li> <li>– основные методы получения индивидуальных соединений редких элементов и урана.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить выделение, концентрирование и разделение редких металлов;</li> <li>– проводить критический анализ получаемых результатов, проводить их обработку и составлять отчет о проделанной работе.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методологией проведения процессов выщелачивания, жидкостной экстракции, сорбции, рекстракции и десорбции редких элементов;</li> <li>– навыками приготовления водных растворов сложного солевого состава содержащих редкие металлы и уран;</li> <li>– навыками спектрофотометрического, титриметрического и гравиметрического определения редких металлов и урана в жидких фазах после выщелачивания, экстракции и сорбции;</li> <li>– навыками подготовки сорбентов различных классов для сорбции редких элементов и урана;</li> <li>– навыками расчета основных параметров процессов выщелачивания, жидкостной экстракции и сорбции.</li> </ul> | <p>Оценка за лабораторные работы № 12-15.</p> |



## **15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**

**«Химия и технология редких металлов и урана»**

**основной образовательной программы**

**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

код и наименование направления подготовки (специальности)

**специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного**

**топливного цикла»**

наименование ООП

Форма обучения: очная

| Номер изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                                   |
|--------------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                             |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 ____ г. |
| 2.                             |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 ____ г. |
| 3.                             |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 ____ г. |
| 4.                             |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 ____ г. |
|                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 ____ г. |
|                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 ____ г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВ РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ»**

**Специальность 18.05.02 Химическая технология материалов  
современной энергетики**

**Специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного  
топливного цикла»**

**Квалификация «инженер»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2020 г.**

Программа составлена:

д.х.н., профессором кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе РХТУ им. Д.И. Менделеева С.В. Чижевской

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе «10» марта 2020 г., протокол №14

## СОДЕРЖАНИЕ

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1.  | Цели и задачи дисциплины   | 4  |
| 2.  | Требования к результатам освоения дисциплины   | 4  |
| 3.  | Объем дисциплины и виды учебной работы   | 5  |
| 4.  | Содержание дисциплины  | 6  |
|     | 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий   | 6  |
|     | 4.2. Содержание разделов дисциплины  | 6  |
| 5.  | Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины  | 8  |
| 6.  | Практические и лабораторные занятия  | 9  |
|     | 6.1. Практические занятия. Примерные темы практических занятий по дисциплине   | 9  |
|     | 6.2. Лабораторные занятия  | 10 |
| 7.  | Самостоятельная работа   | 10 |
| 8.  | Примеры оценочных средств для контроля освоения дисциплины   | 10 |
|     | 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы   | 10 |
|     | 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины  | 10 |
|     | 8.3. Примеры оценочных средств для контроля выполнения курсового проекта (зачет с оценкой, 10 семестр)   | 14 |
|     | 8.3.1. Текущий контроль при выполнении курсового проекта   | 14 |
|     | 8.3.2. Примерная тематика курсового проекта  | 14 |
|     | 8.3.3. Примеры контрольных вопросов при защите курсового проекта   | 15 |
| 9.  | Учебно-методическое обеспечение дисциплины   | 15 |
|     | 9.1. Рекомендуемая литература  | 15 |
|     | 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации   | 16 |
|     | 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины  | 16 |
| 10. | Методические указания для обучающихся  | 17 |
|     | 10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                | 17 |
|     | 10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                 | 17 |
| 11. | Методические указания для преподавателей   | 18 |
|     | 11.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий | 18 |
|     | 11.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий  | 18 |
| 12. | Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе  | 19 |
| 13. | Материально-техническое обеспечение дисциплины   | 29 |
|     | 13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:  | 29 |
|     | 13.2. Учебно-наглядные пособия   | 29 |
|     | 13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства  | 29 |
|     | 13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы  | 29 |
|     | 13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения  | 30 |
| 14. | Требования к оценке качества освоения программы  | 34 |
| 15. | Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья                                       | 36 |

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для специальности 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики», (специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла»), рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины на кафедре технологии редких элементов и наноматериалов на их основе РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Проектирование производств редких металлов» относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганической и физической химии, процессов и аппаратов, химии редких элементов, основ технологии материалов современной энергетики, оборудования производств редких и рассеянных элементов, экономики предприятия.

**Цель дисциплины** – формирование у обучающихся компетенций в области проектирования производств редких металлов с учетом специфики отрасли и нормативно-правовой базы.

### **Задачи дисциплины:**

– дать основные знания, необходимые для понимания будущим специалистом важности роли проектирования в цепочке «техническая идея – лабораторная разработка – укрупненные испытания – промышленные (полупромышленные) испытания – проектирование – строительство нового цеха (завода)» с учетом специфики отрасли и нормативно-правовой базы;

- обучение разработке технологической части проекта химического предприятия с учетом специфики технологии редких и рассеянных элементов.

Дисциплина «Проектирование производств редких металлов» преподается в 10 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в Университете рейтинговой системе.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Проектирование производств редких металлов» при подготовке инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла» направлено на приобретение выпускниками следующих компетенций:

### **Профессиональные компетенции:**

- способность управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка (ПК-15);
- способность к проведению анализа технических заданий на проектирование и проектов с учетом существующего международного и национального ядерного законодательства (ПК-18);
- способность к проведению патентных исследований с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений (ПК-19);
- способность к разработке новых технологических схем на основе результатов научно-исследовательских работ (ПК-20);
- способностью использовать средства автоматизации при подготовке проектной документации (ПК-21).

### **Профессионально-специализированные компетенции:**

- способность к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

#### ***Знать:***

- алгоритм и специфику проектирования производств редких металлов;
- основные нормативные документы при проектировании производств редких металлов в Российской Федерации;
- современные требования к технологическим схемам, алгоритм выбора оптимального варианта схемы и оборудования;
- элементы строительного проектирования (принципы расположения оборудования и установок, способы их монтажа и демонтажа и т.д.); способы внутрицеховой транспортировки сырья, вспомогательных материалов, отходов и готовых продуктов;
- организацию контроля качества исходного сырья, промежуточных и конечных продуктов;
- систему контроля сбросов, выбросов, состояния окружающей природной среды на предприятии, в санитарно-защитной зоне и на селитебной территории, мероприятия по технике безопасности и промсанитарии.

#### ***Уметь:***

- проводить сопоставительный анализ различных вариантов технологических схем и выбрать оптимальный;
- критически оценивать принятые технологические (технические) решения на основе самостоятельной работы с технической и справочной литературой и выполнения аналитических, расчетных и графических работ;
- составлять материальный и энергетический балансы; производить расчеты основных аппаратов.

#### ***Владеть:***

- навыками аналитического осмысления и критической оценки принятых технологических (технических) решений;
- навыками выполнения аналитических, расчетных и графических работ при проектировании производства редких элементов;
- навыками выбора основного и вспомогательного технологического оборудования.

### **3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ**

| Виды учебной работы                            | Всего       |             |
|--|-------------|-------------|
|  | ЗЕ          | Акад. часов |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>3,0</b>  | <b>108</b>  |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,89</b> | <b>32</b>   |
| Лекции   | 0,445       | 16          |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,445       | 16          |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,11</b> | <b>76</b>   |
| Контактная самостоятельная работа              | 2,11        | 0,4         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |             | 35,6        |
| Выполнение курсового проекта                   |             | 40,0        |
| <b>Виды контроля:</b>                          |             |             |
| зачет  | +           | +           |
| <b>Курсовой проект – зачет с оценкой</b>       | +           | +           |

| Виды учебной работы                            | Всего       |             |
|--|-------------|-------------|
|  | ЗЕ          | Астр. часов |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>3</b>    | <b>81</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,89</b> | <b>24</b>   |
| Лекции   | 0,445       | 12          |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,445       | 12          |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,11</b> | <b>57</b>   |
| Контактная самостоятельная работа              |             | 0,3         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |             | 26,7        |
| Выполнение курсового проекта                   | 2,11        | 30          |
| <b>Виды контроля:</b>                          |             |             |
| <b>зачет</b>                                   | +           | +           |
| <b>Курсовой проект – зачет с оценкой</b>       | +           | +           |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Раздел дисциплины  | Часов      |           |                |                |
|-------|--|------------|-----------|----------------|----------------|
|       |  | Всего      | Лекции    | Практ. занятия | Самост. работа |
| 1.    | <b>Раздел 1. Основные понятия и нормативная база проектирования производств редких металлов. Специфика предпроектной стадии.</b> | <b>18</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>       | <b>10</b>      |
| 2     | <b>Раздел 2. Стадия проектирования. Алгоритм современного проектирования.</b>  | <b>40</b>  | <b>8</b>  | <b>6</b>       | <b>26</b>      |
| 2.1   | Состав и содержание проекта производств редких металлов. Главный инженер проекта: функции, задачи, обязанности, права            | 20         | 2         | 4              | 14             |
| 2.2   | Экологические аспекты проектирования производств редких элементов.   | 6          | 2         | -              | 4              |
| 2.3   | Специальные разделы проектирования промышленных предприятий производства редких металлов.  | 7          | 2         | 1              | 4              |
| 2.4   | Строительная часть проекта.  | 7          | 2         | 1              | 4              |
| 3     | <b>Раздел 3. Курсовое проектирование.</b>  | <b>50</b>  | <b>4</b>  | <b>6</b>       | <b>40</b>      |
|       | <b>Всего часов</b>   | <b>108</b> | <b>16</b> | <b>16</b>      | <b>76</b>      |

##### 4.2. Содержание разделов дисциплины

**Раздел 1. Основные понятия и нормативная база проектирования производств редких металлов. Специфика предпроектной стадии.**

Организационная структура отрасли. Генеральный проектировщик. Примерная структура проектного института. Функции технологического отдела и технолога-проектировщика.

Единые отраслевые методические указания двухстадийного проектирования объектов капитального строительства Госкорпорации «Росатом», не имеющих аналогов



на территории РФ и за ее пределами (2017). Этапы и стадии проектирования. Ретроспективный анализ алгоритма современного проектирования в РФ (последние 15 лет). Глоссарий по дисциплине проектирования. Градостроительный кодекс РФ.

Специфика предпроектной стадии проектирования производств редких металлов. Основные документы. Алгоритм разработки, согласования и утверждения Обоснований инвестиций (ОБИН). Договор, Задание на разработку ОБИН. Порядок разработки, согласования и утверждения ОБИН. Основные технико-экономические и финансовые показатели для утверждения ОБИН.

Исходные данные на проектирование. Состав, порядок разработки, разделы и приложения. Перечень исходных данных для проектирования наиболее распространенных операций в производстве редких металлов.

## **Раздел 2. Стадия проектирования. Алгоритм современного проектирования.**

2.1. Состав и содержание проекта производств редких металлов. Главный инженер проекта: функции, задачи, обязанности, права.

Объекты капитального строительства (производственного, непроизводственного назначения, линейные). Задание на проектирование объектов производственного назначения. Состав и содержание Проекта. Состав и содержание Рабочей документации.

Ключевые фигуры руководителей (генеральный проектировщик, главный конструктор, главный инженер проекта, заказчик-застройщик, научный руководитель и т.д.). Функции, задачи, обязанности и права. Состав и содержание части Проекта «Технологические решения».

2.2. Экологические аспекты проектирования производств редких элементов

Экологический паспорт промышленного предприятия. Особенности заполнения его разделов. Загрязнение окружающей среды (литосферы, атмосферы, гидросферы) промышленными предприятиями. Источники загрязнения и источники выделения. Наиболее распространенные группы веществ химического загрязнения почвы. Основные мероприятия по борьбе с загрязнением атмосферного воздуха. Аппараты и устройства для очистки воздуха и газов от взвешенных частиц (пыли или тумана). Мероприятия по защите гидросферы. Очистка сточных вод промышленных предприятий. Показатели качества очистки (БПК<sub>2</sub>, ОБУВ, ПДК, ПДС и др.)

Классификация промышленных предприятий в зависимости от выделяемых ими вредных веществ. Нормативные показатели. Размеры санитарно-защитной зоны (СЗЗ). Мероприятия по охране окружающей природной среды. Санирование (очистка) и рекультивация территорий (техническая, биологическая).

2.3. Специальные разделы проектирования промышленных предприятий производства редких металлов.

Специальные разделы проектирования промышленных предприятий (отопление, вентиляция, водоснабжение, канализация и др.).

Анализ материалов, выполненных проектными организациями (ОБИН, Проекта, Рабочего проекта строительства (реконструкции) и др. производств редких металлов.

2.4. Строительная часть проекта.

Типы промышленных зданий (одно-, многоэтажные, павильонного типа), шаг колонн, высоты помещений от отметки чистого пола до низа несущих конструкций перекрытия в зданиях без мостовых кранов и с мостовыми кранами и т.п. Расположение оборудования вне зданий. Инженерные сооружения и их назначение. Условия противопожарной безопасности и взрывоопасности зданий.

## **Раздел 3. Курсовое проектирование.**

Требования к содержанию курсового проекта (раздел: Технологическая часть) и оформлению расчетно-пояснительной записки. Графическая часть проекта.

Выбор и характеристика основного и вспомогательного оборудования. Методы и алгоритм расчета (конструирования) основного аппарата.

КИП, автоматизация, механизация технологических процессов. Организация контроля качества продукции. Техника безопасности и охрана труда.

Выполнение курсового проекта по индивидуальному заданию.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| В результате освоения дисциплины обучающийся должен:   | Раздел<br>1 | Раздел<br>2 | Раздел<br>3 |
|--|-------------|-------------|-------------|
| <b><i>Знать:</i></b>   |             |             |             |
| – алгоритм и специфику проектирования производств редких металлов;   | +           | +           |             |
| – основные нормативные документы при проектировании производств редких металлов в Российской Федерации;  | +           |             |             |
| – современные требования к технологическим схемам, алгоритм выбора оптимального варианта схемы и оборудования.   |             |             | +           |
| – элементы строительного проектирования (принципы расположения оборудования и установок, способы их монтажа и демонтажа и т.д.); способы внутрицеховой транспортировки сырья, вспомогательных материалов, отходов и готовых продуктов; |             | +           | +           |
| – организацию контроля качества исходного сырья, промежуточных и конечных продуктов;   |             | +           | +           |
| – систему контроля сбросов, выбросов, состояния окружающей природной среды на предприятии, в санитарно-защитной зоне и на селитебной территории, мероприятия по технике безопасности и промсанитарии.                                  | +           | +           | +           |
| <b><i>Уметь:</i></b>   |             |             |             |
| – проводить сопоставительный анализ различных вариантов технологических схем и выбирать оптимальный;   | +           | +           | +           |
| – критически оценивать принятые технологические (технические) решения на основе самостоятельной работы с технической и справочной литературой и выполнения аналитических, расчетных и графических работ;                               | +           | +           | +           |
| – составлять материальный и энергетический балансы; производить расчеты основных аппаратов.  |             |             | +           |
| <b><i>Владеть:</i></b>   |             |             |             |
| - навыками аналитического осмысления и критической оценки принятых технологических (технических) решений;  | +           | +           | +           |
| - навыками выполнения аналитических, расчетных и графических работ при проектировании производства редких элементов;   |             |             | +           |
| - навыками выбора основного и вспомогательного технологического оборудования.  |             |             | +           |

| В результате освоения дисциплины обучающийся должен приобрести следующие компетенции:  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <b>Профессиональные:</b>   |   |   |   |
| - способность управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка (ПК-15)  | + | + | + |
| - способность к проведению анализа технических заданий на проектирование и проектов с учетом существующего ядерного и национального ядерного законодательства (ПК-18).   |   | + | + |
| - способность к проведению патентных исследований с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений (ПК-19)  |   |   | + |
| способность к разработке новых технологических схем на основе результатов научно-исследовательских работ (ПК-20)   |   |   | + |
| способность использовать средства автоматизации при подготовке проектной документации (ПК-21).   |   | + | + |
| <b>Профессионально-специализированные:</b>   |   |   |   |
| - способность к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1) | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1 Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине

Рабочей программой дисциплины предусмотрены практические занятия обучающегося в специалитете в объеме 16 акад. ч.

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий  | Часы |
|-------|----------------------|--|------|
| 1     | 1                    | Нормативные отраслевые документы по проектированию и законы Правительства РФ   | 2    |
| 2     | 1                    | Порядок разработки, согласования и утверждения ОБИН. Основные технико-экономические и финансовые показатели для их утверждения   | 2    |
| 3     | 2.1                  | Состав и содержание Проекта. Состав и содержание Рабочей документации  | 2    |
| 4     | 2.1                  | Изучение оригинальных материалов, выполненных АО ГСПИ (ОБИН, Проекта, строительства (реконструкции) циркониевого производства в г. Глазове, Рабочего проекта и др. проектных материалов. | 2    |
| 5     | 2.3, 2.4             | Типы промышленных зданий. Инженерные сооружения.   | 2    |
| 6     | 3                    | Выбор и характеристика основного и вспомогательного  | 2    |

|             |   |  |    |
|-------------|---|--|----|
|             |   | оборудования для процессов разложения минералов редких металлов, выщелачивания, очистки и концентрирования методами жидкостной экстракции, ионообменной сорбции и др.            |    |
| 7           | 3 | Методы и алгоритм расчета основных аппаратов. Материальный баланс производства.  | 2  |
| 8           | 3 | КИП, автоматизация, механизация технологических процессов в технологии редких металлов. Организация контроля качества получаемой продукции. Техника безопасности и охрана труда. | 2  |
| Всего часов |   |  | 16 |

## 6.2 Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Проектирование производств редких металлов» предусмотрена самостоятельная работа студента специалитета в 10 семестре в объеме 76 акад. часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров и онлайн семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу дисциплины;
- выполнение и подготовку к сдаче курсового проекта.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, рассмотренный на практических занятиях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных и электронных научно-информационных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

### 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля освоения дисциплины в семестре предусмотрено 3 контрольные работы по материалам разделов 1 и 2. Максимальная оценка за контрольные работы № 1 и № 2 составляет по 30 баллов за каждую, за контрольную работу № 3 – 40 баллов. максимальная оценка за письменные опросы – по 5 баллов за каждый. Максимальная оценка за текущий контроль освоения дисциплины в семестре составляет 100 баллов.

**Примеры вопросов к контрольной работе №1. Максимальная оценка – 30 баллов.  
Контрольная работа № 1 содержит 2 вопроса по 15 баллов за вопрос.**

1. Что включает понятие строительство?
2. Что является основанием для проектирования?
3. Основные стадии разработки проектов строительства промышленных объектов.
4. Алгоритм проектирования предприятия.
5. Кто может выступать в роли генерального проектировщика?
6. Кто может выступать в роли заказчика на строительство объектов?
7. Кто составляет Ходатайство (Декларацию) о намерениях?
8. Кем разрабатываются ОБИН?
9. Основной документ, регулирующий правовые и финансовые отношения, взаимные обязательства и ответственность сторон (всех участников разработки ОБИН).
10. Куда и с какой целью направляются материалы ОБИН?
11. Что является неотъемлемой частью Договора на разработку ОБИН и что включает этот документ?
12. Специфика предпроектной стадии в проектировании производств редких металлов.
13. Кто и на основании каких документов принимает решение о строительстве предприятия?
14. На основании чего составляются Исходные данные на проектирование?
15. Проектная стадия. Основные документы.
16. При наличии каких документов и на какой основе осуществляется разработка проектной документации?
17. Основной документ на строительство объектов.
18. В каких случаях разрабатывается рабочий проект?
19. Какие расчёты не включаются в состав выдаваемой заказчику проектной документации и где они хранятся?
20. Что такое Рабочая документация?
21. В каких случаях к заданию на проектирование в обязательном порядке прилагается технико-экономический паспорт предприятия с данными по состоянию на 01.01 года начала проектирования?
22. Какие отходы предприятия учитываются при выдаче Исходных данных на проектирование?
23. Какие нормативные показатели используются для характеристики выбрасываемых предприятием загрязняющих веществ?
24. Кто дает предприятию разрешение на выброс загрязняющих веществ в атмосферу?
25. Что такое БПК<sub>2</sub> и что характеризует этот показатель?
26. Какие факторы характеризуют вредное воздействие производства на работающий персонал?
27. Какими средствами должно быть оснащено производство для оказания самопомощи работающим?
28. Что такое селитебная территория?
29. В каких случаях наряду с разработкой рабочей документации выполняются детальные проработки проектных решений по отдельным вопросам?
30. Основной документ, регулирующий правовые и финансовые отношения сторон, участвующих в разработке Проекта.
31. На основании чего принимается окончательное решение об инвестировании и реализации Проекта?
32. Кто такой ГИП и на какой период он назначается?
33. Какие нормативные документы определяют состав Рабочей документации на выполнение строительных и монтажных работ?
34. Когда разрабатывается и выдается Заказчику Рабочая документация?

35. Подлежит ли согласованию с органами Госнадзора проектно-сметная документация на строительство и разработанные в ее составе рабочие чертежи?
36. Какой раздел Проекта согласовывает Заказчик с генеральной подрядной строительно-монтажной организацией?
37. Какая часть Проекта является наиболее близкой по содержанию к курсовому проекту?
38. Рекультивация территории.
39. Чем определяются состав и численность основных рабочих?
40. Чем определяются состав и численность работников лаборатории?

**Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 30 баллов.  
Контрольная работа № 2 содержит 2 вопроса по 15 баллов за вопрос.**

1. Сформулируйте современные требования к технологическим схемам.
2. Алгоритм выбора оптимального варианта технологической схемы.
3. Критерий оптимальности при выборе технологической схемы.
4. Алгоритм разработки технологической схемы.
5. Какие вопросы освещаются во введении к курсовому проекту?
6. С учётом каких экономических факторов проводится сопоставительный анализ возможных вариантов технологических схем с целью обоснования оптимального?
7. Какие специфические факторы необходимо учитывать при выборе оптимального варианта технологической схемы при проектировании производств переработки продуктов, содержащих  $^{235}\text{U}$  и  $^{239}\text{Pu}$ ?
8. Какие три показателя лежат в основе материального баланса?
9. Что такое возвратные и безвозвратные потери?
10. Какие потери являются основным источником загрязнения воздушного и водного бассейна? На основе чего производится оценка величины этих потерь?
11. Почему при определении общего расхода технической воды его следует увеличить на 10-15%?
12. Какой вариант расчёта материального баланса наиболее распространён?
13. При выполнении расчётов материального баланса чему должна соответствовать точность вычислений?
14. На каком этапе выполнения курсового проекта выбирается тип аппарата для каждой операции?
15. Назовите основные типы промышленных зданий и укажите в каком интервале варьирует высота помещений в зданиях с мостовыми кранами.
16. С учётом чего рассчитывают производительность основного оборудования, необходимую для обеспечения заданного объёма производства?
17. Какое оборудование относят к вспомогательному?
18. Каким образом может быть определена производительность нестандартных аппаратов?
19. Как называются инженерные сооружения, используемые под горизонтальные и вертикальные аппараты при размещении их на открытых площадках?
20. Каковы приоритеты в выборе оборудования при проектировании производств переработки продуктов, обогащённых по  $^{235}\text{U}$  и  $^{239}\text{Pu}$ ?
21. Какими параметрами задаются (учитывают) при расчёте количества аппаратов на стадии выщелачивания?
22. Как выбирают насосы?
23. Как выбирают емкостные аппараты?

24. От чего зависит коэффициент заполнения ёмкости?
25. Что понимают под установочным количеством емкостей?
26. Алгоритм расчёта основного аппарата.
27. С какой целью выполняется расчет теплового баланса?
28. Чем определяется выбор типа КИП?
29. С помощью каких устройств осуществляются межоперационные транспортные связи между технологическим оборудованием?
30. Какие стандартные механизмы и приспособления используются на операциях подъёма, вращения, транспортировки, исключающих применение ручного труда?
31. Какие расчёты необходимо произвести при наличии в проектируемом производстве радиоактивных веществ?
32. Какие мероприятия должны быть предусмотрены при наличии в проектируемом производстве делящихся материалов?
33. Назовите ёмкости для хранения сыпучих материалов.
34. Какое решение при проектировании является наиболее рациональным для защиты окружающей среды?
35. Какие помещения относятся к санитарно-бытовым?
36. Какое оборудование указывается на аппаратурной схеме?
37. Как нумеруется одинаковое и предназначенное для одной и той же технологической операции оборудование?
38. Какие категории рабочих относятся к основным, а какие – к вспомогательным?
39. Что указывается в окружностях в начале и в конце технологической схемы?
40. Что означают при библиографическом описании литературного источника аббревиатуры: ISSN, ISBN, МПК, МКИ?

**Примеры вопросов к контрольной работе №3. Максимальная оценка – 40 баллов.  
Контрольная работа № 3 содержит 4 вопроса по 10 баллов за вопрос.**

1. Понятие редкий элемент.
2. Назовите основные группы процессов в технологии редких металлов.
3. Технологическая схема.
4. Определение понятия «разложение» минерала.
5. Определение понятия «выщелачивание».
6. Критерии оценки эффективности процессов разложения и выщелачивания.
7. В каких единицах измеряется вязкость?
8. Понятия: «жек»; «экстракт»; «рафинат»; «товарный сорбционный регенерат» («элюат»); «спек» («плав»); «хвост(ы)».
8. Какая часть Проекта является наиболее близкой по содержанию к курсовому проекту?
9. На основании чего составляются Исходные данные на проектирование?
10. Какие нормативные показатели используются для характеристики выбрасываемых предприятием загрязняющих веществ?
11. Какие нормативные документы определяют состав Рабочей документации на выполнение строительных и монтажных работ?
12. Чем определяются состав и численность работников лаборатории?
13. Что такое БПК<sub>2</sub> и что характеризует этот показатель?
14. Основные аппараты, используемые для выщелачивания редкометалльного сырья.
15. Основные аппараты, используемые для разделения фаз после выщелачивания.
16. Основные аппараты для сушки и термолиза.
17. Что представляют собой галереи?
18. Какое оборудование указывается на аппаратурной схеме?
19. Какие помещения относятся к санитарно-бытовым?

20. Какие расчеты необходимо произвести при наличии в проектируемом производстве радиоактивных веществ?
28. Какие условия должны быть предусмотрены при наличии в проектируемом производстве делящихся материалов?
29. Какое решение при проектировании является наиболее рациональным для защиты окружающей среды?
30. Как выбирают насосы?
31. Как нумеруется одинаковое и предназначенное для одной и той же технологической операции оборудование?
32. Какие нормативные документы обеспечивают безопасность работающего персонала и безаварийную работу оборудования на предприятии? Назовите аббревиатуры и дайте расшифровку.
33. Назовите этапы жизненного цикла объекта проектирования.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы

### **8.3. Примеры оценочных средств для контроля выполнения курсового проекта (зачет с оценкой, 10 семестр)**

Курсовой проект выполняется обучающимся в 10 семестре. Итоговая оценка за курсовой проект выставляется за выполнение и защиту курсового проекта. Максимальная оценка за выполнение курсового проекта составляет 60 баллов, максимальная оценка за защиту составляет 40 баллов. Максимальная оценка за курсовой проект (зачет с оценкой) составляет 100 баллов.

#### **8.3.1. Текущий контроль при выполнении курсового проекта**

Текущий контроль при выполнении курсового проекта осуществляется в виде трёх контрольных точек, проводимых на 6, 12 и 16 неделе обучения.

При проведении контрольных точек преподавателем оценивается объем выполненной части курсового проекта, правильность расчетов, качество представления материала.

Максимальная оценка за выполненный объем расчетов и оформление технической документации по курсовому проекту при проведении каждой контрольной точки составляет 20 баллов. Максимальное количество баллов в семестре – 60.

На первой контрольной точке обучающийся должен представить:

- обоснование выбора схемы процесса по индивидуальному заданию;
- результаты выбора основного и вспомогательного оборудования;
- расчетные параметры основного аппарата.

На второй контрольной точке обучающийся должен представить:

- технологическую схему процесса;
- расчет и подбор вспомогательного оборудования.

На третьей контрольной точке обучающийся должен представить:

- оформленную пояснительную записку к курсовому проекту;
- графические приложения - технологическую схему и чертеж основного аппарата.

#### **8.3.2. Примерная тематика курсового проекта**

- Спроектировать отделение цеха экстракционной переработки хромсодержащего раствора шламонакопителя АО "Новотроицкий завод хромовых соединений" с получением монохромата натрия чистотой 99,5% производительностью 10 м<sup>3</sup>/час по исходному раствору.



- Спроектировать отделение цеха переработки отработанного хромсодержащего катализатора с получением монохромата натрия чистотой 99,5% производительностью 1000 т/год по исходному катализатору.
- Спроектировать отделение цеха переработки отработанного алюмо-кобальт-молибденового катализатора с получением триоксида молибдена чистотой 99,5% производительностью 500 т/год по исходному катализатору.
- Спроектировать отделение цеха переработки оксидного уранового отработавшего ядерного топлива с получением закиси-оксида урана чистотой 99,9% производительностью 100 т/год по исходному ОЯТ.
- Спроектировать отделение цеха переработки смешанного оксидного уран-плутониевого отработавшего ядерного топлива с получением смеси оксидов диоксида урана и диоксида плутония чистотой 99,9% производительностью 25 т/год по исходному ОЯТ.
- Спроектировать отделение цеха переработки красного шлама с получением оксида скандия чистотой 99,5% производительностью 1500 т/год по исходному красному шламу.
- Спроектировать отделение цеха переработки отхода мокрой магнитной сепарации железо-титано-магнетитов с получением оксида скандия чистотой 99,5% производительностью 1000 т/год по исходному отходу ММС.

### **8.3.3. Примеры контрольных вопросов при защите курсового проекта**

Защита курсового проекта включает в себя:

- доклад обучающегося по теме курсового проекта;
- ответы на вопросы по теме курсового проекта.

На защиту выносятся:

- пояснительная записка к курсовому проекту;
- графический материал - технологическую схему и (или) чертеж основного аппарата.

При оценке защиты курсового проекта оценивается качество доклада, качество выполнения графического материала, правильность и полнота ответов на вопросы по теме курсового проекта. Максимальная оценка за защиту составляет 40 баллов.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Рекомендуемая литература**

#### **А) Основная литература:**

1. Чижевская С.В., Раков Э.Г., Чекмарев А.М., Клименко О.М. Основы проектирования производств редких металлов: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2005. 116 с.
2. Чижевская С.В., Чекмарев А.М., Клименко О.М. Химическая технология материалов современной энергетики. Курсовое проектирование: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2006. 80 с.
3. Медведев, А. С., Александров П.В. Современные методы и оборудование металлургии и материаловедения : оборудование гидromеталлургических процессов : учебное пособие / М. : МИСИС, 2016. 217 с. – Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/93602> (дата обращения: 07.02.2020).

#### **Б) Дополнительная литература**

1. Раков Э.Г. Хаустов С.В. Процессы и аппараты производств радиоактивных и редких металлов / под общей ред. Э.Г. Ракова. М.: Металлургия, 1993. 384с.
2. Оборудование гидрометаллургических процессов. Расчёт аппаратов гидрометаллургических процессов : учебное пособие / под редакцией А. С. Медведева. М.: МИСИС, 2006. 71 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/1837> (дата обращения: 07.02.2020).
3. Зеликман А.Н. Теория гидрометаллургических процессов / А.Н. Зеликман, Г.М. Вольдман, Л.В. Беляевская. М.: Металлургия, 1983. 424 с.
4. Оборудование заводов редкометалльной промышленности и основы проектирования: учебное пособие / Г. М. Вольдман и др.. М. : МИХМ, 1985. 69 с.
5. Надольский А.П. Расчеты процессов и аппаратов производства тугоплавких металлов. М.: Металлургия, 1980. 128 с.

## **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Научно-технические журналы:

- Журнал «Безопасность труда в промышленности» ISSN 0409-2961;
- Журнал «Безопасность в техносфере» ISSN 1998-071X
- Информационный бюллетень Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору
- Журнал «Безопасность жизнедеятельности» ISSN 1684-6435
- Журнал «Цветные металлы» ISSN 0372-2929
- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 0023-110X
- Журнал «Химическая технология» ISSN 1684-5811.

## **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы дисциплины «Проектирование производств редких металлов» подготовлены следующие средства обеспечения ее освоения:

- учебные пособия; раздаточный материал;
- банк вопросов для текущего контроля освоения дисциплины;
- перечень индивидуальных заданий для выполнения курсового проекта.

При переходе на электронное обучение (ЭО) и дистанционные образовательные технологий (ДОТ) для реализации рабочей программы применяются: следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения дисциплины:

- электронная информационно-образовательная среда РХТУ (ЭИОС);
- сервисы по доставке e-mail сообщений;
- платформа для проведения онлайн конференций и вебинаров – zoom (<https://zoom.us>).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 07.02.2020).
2. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего

образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/94/91/6/67> (дата обращения: 07.02.2020).

3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 07.02.2020)..

Для освоения дисциплины обучающиеся должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

1. Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.openedu.ru> (дата обращения: 07.02.2020).
2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам". URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 07.02.2020).
3. ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 07.02.2020).

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в специалитете направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «Проектирование производств редких металлов» включает 3 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных и электронных научно-информационных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

Рабочая программа дисциплины «Проектирование производств редких металлов» включает в себя лекционные и практические занятия. При подготовке к практическим занятиям и контрольным точкам студент должен руководствоваться следующими основными принципами: сочетание в работе, с одной стороны, общепризнанных теоретических и практических положений и сведений, с другой результатов новейших разработок в области экономики ядерной отрасли.

В соответствии с учебным планом изучение материала разделов 1 и 2 происходит в 10 семестре и заканчивается контролем его освоения в форме двух контрольных работ (максимальная оценка 30 баллов за каждую контрольную работу) и итоговой контрольной работы (максимальная оценка – 40 баллов). Максимальная оценка составляет 100 баллов.

Рабочая программа дисциплины «Проектирование производств редких металлов» предусматривает выполнение курсового проекта по индивидуальному заданию в объеме 40 акад. часов самостоятельной работы. Итогом работы обучающегося в 10 семестре служит зачет с оценкой по результатам защиты курсового проекта.

Курсовой проект выполняется в рамках самостоятельной работы обучающегося. При выполнении курсового проекта обучающийся должен опираться на материал, изученный в рамках теоретической части дисциплины, а также использовать комплекс знаний и навыков, полученных при изучении предыдущих инженерных и специальных

дисциплин Содержание и порядок оценивания курсового проекта представлены в разделе 8.3.

Максимальная оценка за выполнение курсового проекта составляет 60 баллов, максимальная оценка за его защиту (зачет с оценкой) составляет 40 баллов. Максимальная оценка за курсовой проект составляет 100 баллов.

### **10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1, либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### **11.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Дисциплина «Проектирование производств редких металлов» изучается в 10-м семестре и включает лекции, практические занятия, самостоятельную подготовку по всем вышеуказанным разделам и выполнение курсового проекта.

Наиболее сложные теоретические материалы преподавателям рекомендуется излагать на лекциях с использованием необходимого раздаточного материала. После изложения лекций теоретический материал необходимо закреплять обсуждением и опросом примеров на практических занятиях. Умения и навыки, необходимые для полного освоения программы в рамках заявленных компетенций, следует получать и закреплять в ходе выполнения курсового проекта.

Для своевременной подготовки студентов к практическим занятиям преподавателям рекомендуется сообщать тему следующей лекции (семинара) заблаговременно, в течение недели.

После проведения каждой контрольной работы преподавателям рекомендуется обсудить предложенные вопросы и рекомендовать обучающимся дополнительные задания для закрепления полученных навыков в ходе последующего самостоятельного изучения разделов дисциплины.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать обучающимся проработку дополнительной литературы по тематике занятия, организуя ее обсуждение на практических занятиях, формирует у обучающихся навык к самостоятельной работе с разнообразными литературными источниками.

Самостоятельная работа обучающихся выполняется во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем за собой ведущую роль за работой обучающегося).

Ход проведения курсового проекта включает самостоятельное планирование и выполнение соответствующих расчетных и графических работ в соответствии с полученным студентом заданием, согласование отдельных этапов выполнения с ведущим преподавателем, планирование хода выполнения работы в соответствии с разработанным планом, подготовку записки и чертежей, защиту курсового проекта комиссией из

нескольких преподавателей.

При консультировании обучающихся по курсовому проекту необходимо уделять особое внимание новым научным разработкам в области повышения эффективности процессов, используемых в производстве редких металлов, выбору оптимальных технологических решений при проектировании промышленных установок.

### **11.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; лабораторные работы, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; онлайн консультации по курсовому проектированию; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается, и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

## **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2020 составляет 1 715 452 экз

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

## Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

| № | Электронный ресурс                           | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей   | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором  |
|---|--|---|--|
| 1 | Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ» | <p>Принадлежность - сторонняя<br/>                     Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г.<br/>                     Сумма договора – 642 083-68<br/>                     Срок действия с «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г.<br/>                     Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/>                     Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Дополнительный<br/>                     Договор № 33.03-Р-3.1-2217/2020 от 02.03.2020 г.<br/>                     Сумма договора- 30 994-52<br/>                     Срок действия с «02» марта 2020 г. по «25» сентября 2020 г.<br/>                     Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/>                     Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br/>                     Сумма договора – 747 661-28<br/>                     Срок действия Договора с «26» сентября 2020г. по «25» сентября 2021г.<br/>                     Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/>                     Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.<br/>                     Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p> | <p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки"-изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика»-изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент»- изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 2 | Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис») | Принадлежность – собственная РХТУ.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a><br>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера   | Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.  |
| 3 | Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».    | Принадлежность сторонняя.<br>Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 189-2647А/2019 От 09.01.2020 г.<br>Сумма договора – 601110-00 С «01» января.2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a><br>Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ. | Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД   |
| 4 | Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ).  | Принадлежность – сторонняя<br>Реквизиты договора – ФГБУ РГБ, Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br>Сумма договора - 398 840-00 С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a><br>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.   | В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации. |
| 5 | БД ВИНТИ РАН   | Принадлежность сторонняя,<br>Реквизиты договора- ВИНТИ РАН<br>Договор № 33.03-Р-3.1-2047/2019 от 25 февраля 2020 г.<br>Сумма договора - 100 000-00 С «25» февраля 2020 г. по «24 » февраля 2021 г.<br>Ссылка на сайт- <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a><br>Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.                      | Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов  |



|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 6 | Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru» | Принадлежность – сторонняя<br>Реквизиты договора –<br>ООО Научная электронная библиотека,<br>договор № 33.03-Р-3.1<br>2087/2019<br>Сумма договора – 1100017-00<br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт –<br><a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a><br><br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов. |
| 7 | Справочно-правовая система «Консультант+»   | Принадлежность сторонняя-<br>Договор № 174-247ЭА/2019 от 26.12.2019 г.<br>Сумма договора - 927 029-80<br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br><br>Ссылка на сайт-<br><a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a><br><br>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.  | Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.   |
| 8 | Справочно-правовая система Гарант»          | Принадлежность сторонняя<br>Договор №166-235ЭА/2019 от 23.12.2019 г.<br>Сумма договора - 603 949-84<br><br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br><br>Ссылка на сайт –<br><a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a><br><br>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.   | Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.  |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
| 9  | Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"   | <p>Принадлежность сторонняя-«Электронное издательство ЮРАЙТ»<br/>Договор № 33.03-Р-3.1-220/2020 от 16.03.2020 г.</p> <p>Сумма договора - 324 000-00</p> <p>С «16» марта 2020 г.<br/>по «15» марта 2021 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> | Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов. |
| 10 | Электронно-библиотечная система «Консультант студента» | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «Политехресурс»<br/>Договор № 33.03-Р-3.1-218/2020 От «16» марта 2020 г.</p> <p>Сумма договора-36 500-00</p> <p>С «17» марта 2020 г.<br/>по «16» марта 2021 г</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>       | Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».  |
| 11 | Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»          | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «ЗНАНИУМ»,<br/>Договор № 4309 эбс 33.03-Р-3.1-2215/2020 от «20» марта 2020 г.<br/>Сумма договора-30 000-00</p> <p>С «20» марта 2020 г.<br/>по «19» марта 2021г</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>                      | Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.  |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
| 12 | Информационно-аналитическая система Science Index | Принадлежность сторонняя- ООО «Научная электронная библиотека»<br>Договор № SIO-364/19 33.03-P-3.1-2103/2019<br>от «17» февраля 2020 г.<br>Сумма договора-90 000-00<br>Срок действия с «17» февраля 2020 г. по «16» февраля 2021 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a><br>Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ   | Дистанционная поддержка публикационной активности преподавателей университета   |
| 13 | Издательство Wiley                                | Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 694 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a><br>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации. | Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.  |
| 14 | QUESTEL ORBIT                                     | Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 09.10.2020 г. № 1162 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="https://orbit.com">https://orbit.com</a><br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.  | ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов. |
| 15 | American Chemical Society                         | Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 637 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a>   | Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society   |

|    |   |   |  |
|----|---|---|--|
|    |   | <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> <p>Настройка удаленного доступа: <a href="https://pubs.acs.org/page/remotecaccess">https://pubs.acs.org/page/remotecaccess</a></p>  |  |
| 16 | База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.07.2020 г. № 712</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Удаленный доступ.</p>   | <p>Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза.</p> <p>Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.</p> |
| 17 | Ресурсы международной компании Clarivate Analytics                | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 692</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1j2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1j2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Удаленный доступ.</p> | <p>Открыт доступ к ресурсам: <b>WEB of SCIENCE</b> – реферативная и наукометрическая база данных. <b>MEDLINE</b> – реферативная база данных по медицине.</p>   |
| 18 | Электронные ресурсы издательства SpringerNature                   | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт</p>   | <p>- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>- Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>- Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing</p>  |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
|    |  | <p><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a><br/>         Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ.</p>  | <p>Group<br/> <a href="https://www.nature.com/siteindex/index.html">https://www.nature.com/siteindex/index.html</a><br/>         - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols<br/> <a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a><br/>         - Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database)<br/> <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a><br/>         - Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме<br/>         - Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH<br/> <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a><br/>         - Nano Database<br/> <a href="https://goo.gl/PdhJdo">https://goo.gl/PdhJdo</a><br/>         Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a></p> |
| 19 | База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service  | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 635 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a><br/>         Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.</p> | <p>SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.</p>   |
| 20 | Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 772 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт –</p>  | <p>«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов.</p>   |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
|    |  | <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a><br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.<br>Удаленный доступ.   | «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук.<br>Доступ к архивам 2015-2019 гг. |
| 21 | American Institute of Physics (AIP)                          | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 № 1188<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://scitation.aip.org">http://scitation.aip.org</a><br><br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.scitation.org/remote-access">https://www.scitation.org/remote-access</a>                                    | Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP).  |
| 22 | Scopus   | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a> .<br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Удаленный доступ.   | Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства <b>ELSEVIER</b>   |
| 23 | Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество) | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a><br>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access">https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access</a> | Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.  |

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов:

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

102. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>

Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

103. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>

В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

104. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>

База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

105. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

106. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

107. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>

Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

108. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>

ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс

принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

109. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>  
PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

110. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>  
Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.

111. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>  
Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru) Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

### **13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Проектирование производств редких металлов» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

#### **13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

#### **13.2. Учебно-наглядные пособия:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

#### **13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

#### **13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.



### 13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

| №<br>п/п | Наименование<br>программного<br>продукта   | Реквизиты<br>договора<br>поставки            | Количество лицензий  | Срок<br>окончания<br>действия<br>лицензии   |
|----------|--|--|--|---|
| 1        | <p>Неисключительная лицензия на использование Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprise</p> <p>В составе:</p> <p>35) В составе Microsoft Office Professional Plus 2019:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> <p>36) Microsoft Core CAL</p> <p>37) Microsoft Windows Upgrade</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>657 комплектов. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p> <p>Каждый комплект включает:</p> <p>1) Лицензию на комплекс для создания презентаций, электронных текстов и таблиц, обработки баз данных Microsoft Office.</p> <p>2) Лицензию для подключения пользователей к серверным системам Microsoft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exchange Server Standard,</li> <li>• Exchange Server Enterprise,</li> <li>• SharePoint Server,</li> <li>• Skype для бизнеса Server,</li> <li>• Windows MultiPoint Server Premium,</li> <li>• Windows Server Standard,</li> <li>• Windows Server Data Center</li> </ul> <p>3) Лицензию на обновление операционной системы для рабочих станций Windows 10.</p> <p>Дополнительно на ВУЗ предоставляется право на использование 1 (одной) лицензии средств разработки в рамках учебных компьютеров одного технического,</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|--|---|--|
|       |   |  | естественнонаучного факультета (кафедры) и предоставления студентам для целей обучения Azure Dev Tools for Teaching. Количество активаций неограниченно в рамках подразделения. |  |
| 2     | Неисключительная лицензия на использование Учебный Комплект Компас-3D v18 на 50 мест. Проектирование и конструирование в машиностроении, лицензия.              | <b>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</b> | 2 лицензии на учебный комплект программного обеспечения для проектирования и конструирования в машиностроении, рассчитанные на активацию на 50 мест каждая.                     | бессрочно  |
| 3     | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users   | <b>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</b> | 1 (одна) сетевая лицензия на 200 пользователей  | бессрочно  |
| 4     | Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition Legalization GetGenuine Legalization                                  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020        | 150 лицензий. Соглашение Microsoft OLV № V6159937   | бессрочно  |
| 5     | Неисключительная лицензия на использование SysCtrDatactrCore ALNG LicSAPk OLVS 16License E 1Y AcademicEdition Additional Product CoreLic Предоставляет право на | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020        | 1 (один) комплект, включающий 16 (шестнадцать) лицензий для активации на 16 (шестнадцати) физических процессорных ядрах. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907                 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| №<br>п/п | Наименование<br>программного<br>продукта  | Реквизиты<br>договора<br>поставки            | Количество лицензий   | Срок<br>окончания<br>действия<br>лицензии  |
|----------|---|--|---|--|
|          | использование<br>продуктов<br>Microsoft:<br>Configuration<br>Manager<br>Data Protection<br>Manager<br>Endpoint Protection<br>Operations Manager<br>Orchestrator<br>Service Manager<br>Virtual Machine<br>Manager  |  |   |  |
| 6        | Неисключительная<br>лицензия на<br>использование<br>O365ProPlusOpenFc<br>lty ShrdSvr ALNG<br>SubsVL OLV E<br>1Mth Acdmc AP<br>AddOn toOPP<br>Приложения в<br>составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word<br>Excel<br>PowerPoint<br>Microsoft Teams       | Контракт № 28-<br>35ЭА/2020 от<br>26.05.2020 | 657 лицензий для<br>профессорско-<br>преподавательского<br>состава ВУЗа.<br>Соглашение Microsoft<br>OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев<br>(ежегодное<br>продление<br>подписки с<br>правом<br>перехода на<br>обновлённую<br>версию<br>продукта) |
| 7.       | Неисключительная<br>лицензия на<br>использование<br>O365ProPlusOpenSt<br>udents ShrdSvr<br>ALNG SubsVL OLV<br>NL 1Mth Acdmc<br>Stdnt STUUseBnft<br>Приложения в<br>составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word<br>Excel<br>PowerPoint<br>Microsoft Teams | Контракт № 28-<br>35ЭА/2020 от<br>26.05.2020 | 26280 лицензий для<br>студентов ВУЗа.<br>Соглашение Microsoft<br>OVS-ES № V6775907                                    | 12 месяцев<br>(ежегодное<br>продление<br>подписки с<br>правом<br>перехода на<br>обновлённую<br>версию<br>продукта) |
| 8.       | Неисключительная<br>лицензия на<br>использование  | Контракт № 28-<br>35ЭА/2020 от<br>26.05.2020 | 1600 лицензий для<br>активации на рабочих<br>станциях и серверах  | 12 месяцев<br>(ежегодное<br>продление  |

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий                         | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|--|---|--|
|       | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License<br>По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)  |  |   | подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)                                 |
| 9.    | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License<br>По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред | <b>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</b> | 20 лицензий для виртуальных и облачных сред | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 10.   | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License<br>По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов                           | <b>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</b> | 2000 лицензий для почтовых серверов         | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

## 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов   | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки            |
|---|--|---|
| <p><b>Раздел 1. Основные понятия и нормативная база проектирования производств редких металлов. Специфика предпроектной стадии.</b></p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– алгоритм и специфику проектирования производств редких металлов;</li> <li>– основные нормативные документы при проектировании производств редких металлов в Российской Федерации;</li> <li>– систему контроля сбросов, выбросов, состояния окружающей природной среды на предприятии, в санитарно-защитной зоне и на селитебной территории, мероприятия по технике безопасности и промсанитарии.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить сопоставительный анализ различных вариантов технологических схем и выбирать оптимальный;</li> <li>– критически оценивать принятые технологические (технические) решения на основе самостоятельной работы с технической и справочной литературой и выполнения аналитических, расчетных и графических работ.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками аналитического осмысления и критической оценки принятых технологических (технических) решений.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольные работы № 1 и 3</p> |
| <p><b>Раздел 2. Стадия проектирования. Алгоритм современного проектирования</b></p>   | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– алгоритм и специфику проектирования производств редких металлов;</li> <li>– элементы строительного проектирования (принципы расположения оборудования и установок, способы их монтажа и демонтажа и т.д.); способы внутрицеховой транспортировки сырья, вспомогательных материалов, отходов и готовых продуктов;</li> <li>– организацию контроля качества исходного сырья, промежуточных и конечных продуктов;</li> <li>– систему контроля сбросов, выбросов, состояния окружающей природной среды на предприятии, в санитарно-защитной зоне и на селитебной</li> </ul>  | <p>Оценка за контрольные работы № 2 и 3</p> |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <p>территории, мероприятия по технике безопасности и промсанитарии.</p> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить сопоставительный анализ различных вариантов технологических схем и выбирать оптимальный;</li> <li>– критически оценивать принятые технологические (технические) решения на основе самостоятельной работы с технической и справочной литературой и выполнения аналитических, расчетных и графических работ.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками аналитического осмысления и критической оценки принятых технологических (технических) решений.</li> </ul>   |   |
| <p><b>Раздел 3. Курсовое проектирование.</b></p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современные требования к технологическим схемам, алгоритм выбора оптимального варианта схемы и оборудования;</li> <li>– элементы строительного проектирования (принципы расположения оборудования и установок, способы их монтажа и демонтажа и т.д.); способы внутрицеховой транспортировки сырья, вспомогательных материалов, отходов и готовых продуктов;</li> <li>– организацию контроля качества исходного сырья, промежуточных и конечных продуктов;</li> <li>– систему контроля сбросов, выбросов, состояния окружающей природной среды на предприятии, в санитарно-защитной зоне и на селитебной территории, мероприятия по технике безопасности и промсанитарии.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить сопоставительный анализ различных вариантов технологических схем и выбирать оптимальный;</li> <li>– критически оценивать принятые технологические (технические) решения на основе самостоятельной работы с технической и справочной литературой и выполнения аналитических, расчетных и графических работ;</li> </ul> | <p>Оценка за курсовой проект (10 семестр)</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– составлять материальный и энергетический балансы; производить расчеты основных аппаратов.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками аналитического осмысления и критической оценки принятых технологических (технических) решений;</li> <li>– навыками выполнения аналитических, расчетных и графических работ при проектировании производства редких элементов;</li> <li>– навыками выбора основного и вспомогательного технологического оборудования.</li> </ul> |  |
|--|---|--|

### ***15 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ***

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

1. Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

2. Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

3. Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**  
**«Проектирование производств редких металлов»**  
**основной образовательной программы**  
**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**  
код и наименование направления подготовки (специальности)  
**специализация № 2 «Технология разделения и применение изотопов»**  
наименование ООП

**Форма обучения: очная**

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения                              |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 __ г. |
| 2.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 __ г. |
| 3.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 __ г. |
| 4.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 __ г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 __ г. |



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«ЭКСТРАКЦИЯ В ТЕХНОЛОГИИ РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ»**

**Специальность 18.05.02 Химическая технология материалов  
современной энергетики**

**Специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного  
топливного цикла»**

**Квалификация «инженер»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2020 г.**

Программа составлена:

д.х.н., профессором кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе, О.А. Синегрибовой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе «10» марта 2020, протокол № 14

## СОДЕРЖАНИЕ

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | Цели и задачи дисциплины   | 4  |
| 2.    | Требования к результатам освоения дисциплины   | 4  |
| 3.    | Объем дисциплины и виды учебной работы   | 5  |
| 4.    | Содержание дисциплины  | 6  |
| 4.1.  | Разделы дисциплины и виды занятий  | 6  |
| 4.2.  | Содержание разделов дисциплины   | 6  |
| 5.    | Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины  | 8  |
| 6.    | Практические и лабораторные занятия  | 9  |
| 6.1.  | Практические занятия. Примерные темы практических занятий по дисциплине  | 9  |
| 6.2.  | Лабораторные занятия   | 10 |
| 7.    | Самостоятельная работа   | 11 |
| 8.    | Примеры оценочных средств для контроля освоения дисциплины   | 11 |
| 8.1.  | Примерная тематика реферативно-аналитической работы  | 11 |
| 8.2.  | Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины   | 11 |
| 9.    | Учебно-методическое обеспечение дисциплины   | 14 |
| 9.1.  | Рекомендуемая литература   | 14 |
| 9.2.  | Рекомендуемые источники научно-технической информации  | 15 |
| 9.3.  | Средства обеспечения освоения дисциплины   | 15 |
| 10.   | Методические указания для обучающихся  | 16 |
| 10.1  | Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                | 16 |
| 10.2  | Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                 | 16 |
| 11.   | Методические указания для преподавателей   | 17 |
| 11.1. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий | 17 |
| 11.2. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий  | 18 |
| 12.   | Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе  | 18 |
| 13.   | Материально-техническое обеспечение дисциплины   | 29 |
| 13.1. | Оборудование, необходимое в образовательном процессе:  | 29 |
| 13.2. | Учебно-наглядные пособия   | 29 |
| 13.3. | Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства  | 29 |
| 13.4. | Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы  | 29 |
| 13.5. | Перечень лицензионного программного обеспечения  | 29 |
| 14.   | Требования к оценке качества освоения программы  | 33 |
| 15.   | Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья                                 | 36 |

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой технологии редких элементов и наноматериалов на их основе РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Экстракция в технологии редких металлов» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающийся имеет теоретическую и практическую подготовку в области физической химии, радиохимии, физико-химических методов анализа, химии редких и рассеянных элементов, химии и технология редких металлов и урана».

**Цель дисциплины** – углубленное изучение основ экстракционного способа извлечения элементов из водного раствора в органический, содержащий экстрагент, с целью концентрирования целевого компонента или разделения близких по свойствам элементов, широко применяемых в современной гидрометаллургии редких металлов и в технологии радиохимической переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ).

**Задачи дисциплины** – освоение обучающимися теоретических знаний в области жидкостной экстракции неорганических соединений; привитие им навыков в области разработки экстракционных технологических схем концентрирования и разделения редких металлов.

Дисциплина «Экстракция в технологии редких металлов» преподается в 10 семестре. Контроль успеваемости обучающихся ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

## 1. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Экстракция в технологии редких металлов» при подготовке инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», направлено на приобретение следующих компетенций:

### **Профессиональные компетенции (ПК):**

- способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3)

### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

#### **знать:**

- основные положения термодинамики экстракции и параметры, описывающие экстракционное равновесие;
- основные положения кинетики экстракции металлов и пути интенсификации скорости экстракционного массопереноса;

- состав и строение экстрагентов кислотного, нейтрального и основного типа, механизмы извлечения металлов в органическую фазу, влияние состава и строения на экстракционную способность и возможность реэкстракции;
- состав смесей экстрагентов для получения синергетного эффекта;
- возможности супрамолекулярных экстрагентов для извлечения и разделения редких металлов;
- основные требования к экстрагентам и разбавителям в технологии редких металлов;
- варианты выполнения экстракционного процесса;

**уметь:**

- подобрать подходящий экстрагент для извлечения и концентрирования целевого редкого металла (или разделения смеси редких металлов) из водного раствора конкретного состава;
- проводить сравнение известных и вновь синтезированных экстрагентов и давать компетентную оценку их преимуществам и недостаткам;
- установить механизм экстракции редкого металла при использовании ранее не изученных экстракционных систем и предложить условия реэкстракции;
- находить оптимальные варианты и условия проведения экстракционных процессов с целью исключения появления межфазных образований;

**владеть:**

- методами расчета термодинамических и кинетических параметров экстракционного процесса;
- методами установления состава синергетных комплексов при экстракции смесью экстрагентов;
- навыками практического применения знаний об извлечении редких металлов экстракционными методами.

## 2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                          | 10 семестр          |                 |
|--|---------------------|-----------------|
|  | В зач.ед.           | В академ. часах |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>         | <b>4</b>            | <b>144</b>      |
| <b>Контактная работа (КР):</b>               | <b>1,33</b>         | <b>48</b>       |
| Лекции                                       | 0,44                | 16              |
| Практические (семинарские) занятия (ПЗ)      | 0,89                | 32              |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>          | <b>2,67</b>         | <b>96</b>       |
| Контактная самостоятельная работа            | 2,67                | 0,2             |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |                     | 95,8            |
| <b>Вид контроля: зачет</b>                   |                     | +               |
| <b>Вид итогового контроля</b>                | <b><u>зачет</u></b> |                 |

| Виды учебной работы                          | 10 семестр   |                 |
|--|--------------|-----------------|
|  | В зач.ед.    | В астрон. часах |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>         | <b>4</b>     | <b>108</b>      |
| <b>Контактная работа (КР):</b>               | <b>1,33</b>  | <b>36</b>       |
| Лекции                                       | 0,44         | 12              |
| Практические занятия (ПЗ)                    | 0,89         | 24              |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>          | <b>2,67</b>  | <b>72</b>       |
| Контактная самостоятельная работа            | 2,67         | 0,15            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |              | 71,85           |
| <b>Вид контроля : зачет</b>                  |              | +               |
| <b>Вид итогового контроля</b>                | <b>зачет</b> |                 |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Раздел дисциплины   | Академ. часов |           |                                 |                   |
|-------|---|---------------|-----------|---------------------------------|-------------------|
|       |   | Всего         | Лекции    | Практические занятия (семинары) | Самостоят. работа |
| 1     | <b>Раздел 1.</b><br>Термодинамика экстракции  | 28            | 2         | 4                               | 22                |
| 2     | <b>Раздел 2.</b><br>Кинетика экстракции   | 20            | 2         | 4                               | 14                |
| 3     | <b>Раздел 3.</b> Экстрагенты различной природы  | 36            | 4         | 8                               | 24                |
| 4     | <b>Раздел 4.</b> Экстракция смесями экстрагентов. Супрамолекулярные экстрагенты.      | 28            | 4         | 8                               | 16                |
| 5     | <b>Раздел 5.</b> Требования к экстрагентам. Экстракция из многокомпонентных растворов | 16            | 2         | 4                               | 10                |
| 6     | <b>Раздел 6.</b> Различные варианты выполнения экстракционного извлечения             | 16            | 2         | 4                               | 10                |
|       | <b>ИТОГО</b>  | <b>144</b>    | <b>16</b> | <b>32</b>                       | <b>96</b>         |

##### 4.2. Содержание разделов дисциплины

###### Раздел 1. Термодинамика экстракции.

Жидкостная экстракция. Отличие извлечения неорганических соединений в органическую фазу от органических. Термодинамика экстракции. Правило фаз. Установление равновесия при выравнивании химических потенциалов. Отличие экстракции электролитов от экстракции неэлектролитов. Различные виды изотермы экстракции. Графическое и

математическое изображение изотермы. Объяснение S-образности начального участка изотермы при графическом изображении.

Коэффициенты распределения и разделения элементов. Степень извлечения. Закон действующих масс при экстракции с химической реакцией взаимодействия с экстрагентом. Константы равновесия: термодинамическая, эффективная и концентрационная.

Высаливание при экстракции и его причины. Метод разбавления как способ определения химизма экстракционного процесса. Определение величины рН полуэкстракции.

## **Раздел 2. Кинетика экстракции.**

Кинетика экстракции. Двухпленочная теория Нернста-Льюиса—Уитмена.  $\beta$  коэффициент массопередачи. Аддитивность фазовых сопротивлений. Условия правомерности двухпленочной теории. Влияние размера капель экстракционной эмульсии на массопередачу. Определение коэффициента массопередачи экспериментальным путем. Процессы, происходящие на границе раздела фаз.

Состояние неорганических веществ на границе раздела фаз. Структурно-механический барьер на границе раздела фаз и его влияние на ход кинетической кривой. Роль поверхностно-активных веществ (ПАВ) в экстракционных процессах. Расчет параметра упаковки. Мицеллярная экстракция.

## **Раздел 3. Экстрагенты различной природы.**

Классификация экстрагентов. Экстрагенты кислотного типа. Карбоновые, фосфорорганические и фосфонитрильные кислоты. Их структуры и ионообменные группы. Механизм экстракции кислотными экстрагентами. Влияние состава на экстракционную способность. Закон действующих масс применительно к экстрагентам кислотного типа. Возможность димеризации кислотных экстрагентов. Тетрадный эффект при экстракции РЗЭ. Реэкстракция металлов из органической фазы. Хелатирующие реагенты.  $\beta$ -дикетоны. Кето-енольная перегруппировка. Оксиксимы. Причины повышенной устойчивости хелатных соединений.

Нейтральные экстрагенты. Их структуры и функциональные группы. Карбонильные и фосфорильные экстрагенты. Сульфоксиды. N-окиси. Нейтральные фосфорорганические соединения (НФОС). Экстракция неорганических кислот и металлов. Сольватный механизм экстракции. Сольватное число. Установление величины сольватного числа. Влияние состава НФОС на экстракционную способность. Эффект аномального арильного упрочнения. Закон действующих масс применительно к НФОС. Реэкстракция металлов из НФОС.

Экстрагенты-основания. Первичные, вторичные и третичные амины. Механизм экстракции кислот и металлов. Ассоциация солей аминов в органической фазе. Условия появления «третьей фазы». Четвертичные аммониевые основания и их соли. Механизм экстракции металлов. Реакции присоединения и замещения. Особенности состояния органических солей металлов при экстракции четвертичными аммониевыми солями. Реэкстракция.

## **Раздел 4. Экстракция смесями экстрагентов. Супрамолекулярные экстрагенты.**

Экстракция смесями экстрагентов. Бинарные экстрагенты. Реакции их получения. Механизм экстракции и реэкстракции бинарными экстрагентами. Возможность извлечения из кислых, солевых и щелочных растворов. Реакции экстракции и

реэкстракции металлов. Синергетный и антагонистический эффект при экстракции металлов смесями экстрагентов. Причины синергетного и антагонистического эффекта. Смеси экстрагентов, дающие максимальный синергетный эффект. Синергетный эффект при добавке нейтральных экстрагентов к солям четвертичных аммониевых оснований. Методы определения состава синергетных соединений. Бифункциональные экстрагенты. Карбамоилфосфиноксиды.

Супрамолекулярные экстрагенты. Краун-эфиры и криптанды. Механизм извлечения металлов в краун-эфиры. Реакция «гость – хозяин». Влияние величины полости краун-эфира на селективность. Примеры краун-эфиров для извлечения определенных металлов. Разделение изотопов с применением краун-эфиров. Достоинства и недостатки краун-эфиров. Роль краун-эфиров в экстракции анионов. Поданды. Сравнение подандов и краун-эфиров. Каликсарены.

### **Раздел 5. Требования к экстрагентам. Экстракция из многокомпонентных растворов.**

Требования, предъявляемые к экстрагенту в технологии: экстракционная способность, селективность, физические свойства (плотность), стоимость, минимальная токсичность, отсюда – величина растворимости в водной фазе, химическая и гидролитическая устойчивость. Примеры экстрагентов, широко применяемых в технологии.

Разбавители экстрагентов. Требования к их свойствам. Коллоидно-химические аспекты экстракционных процессов. Возможность появления «третьей фазы». Отличие «третьей фазы от появляющихся на границе раздела фаз межфазных образований. Модификаторы.

Экстракция из многокомпонентных растворов. Влияние природы фоновой минеральной кислоты на селективность экстрагентов. Влияние концентрации фоновой кислоты на извлечение металлов. Экстракция из растворов, многокомпонентных по металлу. Условия и причины увеличения экстрагируемости одного из компонентов или ее подавления в результате наличия другого металла.

### **Раздел 6. Различные варианты выполнения экстракционного извлечения.**

Экстракция металлов в условиях отличия от наиболее распространенной двухфазной системы «водный раствор солей металла – органический раствор экстрагента». ТВЭКсы и импрегнаты. Экстракция в множественные эмульсии. Пертрактор. Концентрирование целевого элемента в результате транспортной реакции при переносе через твердую мембрану, содержащую растворенный экстрагент, в фазу, содержащую реэкстрагирующий реагент. Сверхкритическая флюидная экстракция.

## **5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

|   | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:   | Разделы |   |   |   |   |   |
|---|--|---------|---|---|---|---|---|
|   |  | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|   | <b>Знать:</b>  |         |   |   |   |   |   |
| 1 | – основные положения термодинамики экстракции и параметры, описывающие экстракционное равновесие               | +       |   |   |   |   |   |
| 2 | – основные положения кинетики экстракции металлов и пути интенсификации скорости экстракционного массопереноса |         | + |   |   |   |   |



|  |  |   |   |   |   |   |   |
|--|--|---|---|---|---|---|---|
| 3  | – состав и строение экстрагентов кислотного, нейтрального и основного типа, механизмы извлечения металлов в органическую фазу, влияние состава и строения на экстракционную способность и возможность реэкстракции |   |   | + |   |   |   |
| 4  | – состав смесей экстрагентов для получения синергетного эффекта  |   |   |   | + |   |   |
| 5  | – возможности супрамолекулярных экстрагентов для извлечения и разделения редких металлов   |   |   |   | + |   |   |
| 6  | – основные требования к экстрагентам и разбавителям в технологии редких металлов   |   |   |   |   | + |   |
| 7  | – варианты выполнения экстракционного процесса   |   |   |   |   |   | + |
|  | <b>Уметь:</b>  |   |   |   |   |   |   |
| 1  | – подобрать подходящий экстрагент для извлечения и концентрирования целевого редкого металла (или разделения смеси редких металлов) из водного раствора конкретного состава  |   |   | + | + |   |   |
| 2  | – проводить сравнение известных и вновь синтезированных экстрагентов и давать компетентную оценку их преимуществам и недостаткам   |   |   | + | + | + |   |
| 3  | – установить механизм экстракции редкого металла при использовании ранее не изученных экстракционных систем и предложить условия реэкстракции  |   |   | + | + | + | + |
| 4  | – находить оптимальные варианты и условия проведения экстракционных процессов с целью исключения появления межфазных образований   |   |   | + | + | + | + |
|  | <b>Владеть:</b>  |   |   |   |   |   |   |
| 5  | – методами расчета термодинамических и кинетических параметров экстракционного процесса;   | + | + | + | + | + | + |
| 6  | – методами установления состава синергетных комплексов при экстракции смесью экстрагентов.   |   |   |   | + |   |   |
| 7  | – навыками практического применения знаний об извлечении редких металлов экстракционными методами  |   | + | + | + | + | + |
| <b>В результате освоения дисциплины обучающийся должен приобрести следующие компетенции:</b> |  |   |   |   |   |   |   |
|  | <b>Профессиональные компетенции:</b>   |   |   |   |   |   |   |
| 9  | – способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-1);  | + | + | + | + | + | + |
| 10   | – способность проводить аналитические измерения и корректно обрабатывать экспериментальные данные (ПК-3);  | + | + | + | + | + | + |

## 6 ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1 Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине

Учебным планом дисциплины «Экстракция в технологии редких металлов» предусмотрены практические занятия обучающегося в специалитете в объеме 16 акад. ч. (8 занятий по 2 часа) в 10 семестре

| № п/п | № раздела | Темы практических занятий   | Часы |
|-------|-----------|---|------|
| 1     | Раздел 1  | Экстракционное равновесие. Термодинамика. Построение изотерм экстракции различных редких металлов кислотными, нейтральными либо основными экстрагентами на основе справочных данных, расчет концентрационных констант равновесия в широком интервале условий эксперимента .   | 4    |
| 2     | Раздел 2  | Кинетика экстракции. Определение коэффициентов массопередачи по органической и водной фазе из заданных экспериментальных кинетических кривых. Установление размерности коэффициента.  | 4    |
| 3     | Раздел 3  | Установление механизма экстракции редкого металла экстрагентом кислотного типа и нейтральным экстрагентом логарифмическим методом из заданных экспериментальных данных. Определение сольватного числа. Определение степени извлечения при изменении условий.  | 8    |
| 4     | Раздел 4  | Установление механизма экстракции редкого металла экстрагентом основного типа логарифмическим методом из заданных экспериментальных данных. Установление состава синергетного комплекса   | 8    |
| 5     | Раздел 5  | Экстракция редкого металла из многокомпонентных растворов. Обзор конкретных результатов влияния кислотности на экстракцию металлов при использовании экстрагентов различных классов. Разбор случаев подавления экстракции и усиления экстракции одного металла другим.  | 4    |
| 6     | Раздел 6  | Коллоидно-химический аспект экстракционного извлечения. Состояние границы раздела фаз под влиянием ПАВ. Возможность избежать приложения механической энергии для перемешивания фаз. Экстрагенты–ПАВ. Дипольные моменты экстрагируемых соединений. Экспериментальные доказательства концентрирования неорганических полимеров на ГРФ с образованием пленок (по литературным данным). | 4    |

### 6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом дисциплины лабораторные занятия не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины «Экстракция в технологии редких металлов» предусмотрена самостоятельная работа обучающегося в специалитете в объеме 96 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала и подготовку к изучению последующих разделов дисциплины;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, онлайн семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных и электронных научно-информационных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

### 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля успеваемости в 10 семестре по дисциплине «Экстракция в технологии редких металлов» предусмотрено 3 контрольные работы (по одной контрольной работе на 2 раздела). Максимальная оценка за контрольные работы № 1 и № 2 составляет по 30 баллов за каждую, за контрольную работу № 3 – 40 баллов. Максимальная оценка за выполнение всех контрольных работ составляет 100 баллов, что входит в 100 баллов, составляющих максимальную оценку работы за 10 семестр.

#### Контрольная работа № 1

**Выполняется по материалам разделов 1 и 2 дисциплины. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 15 баллов.**

#### **Примеры вопросов к контрольной работе № 1.**

1. Определение процесса жидкостной экстракция.
2. Отличие извлечения неорганических соединений в органическую фазу от органических.
3. Термодинамика экстракции. Правило фаз.

4. Установление равновесия при выравнивании химических потенциалов.
5. Отличие экстракции электролитов от экстракции неэлектролитов.
6. Изотермы экстракции и их виды.
7. Графическое и математическое изображение изотерм экстракции.
8. Объяснение S-образности начального участка изотермы при графическом изображении.
9. Коэффициенты распределения и разделения элементов.
10. Закон действующих масс при экстракции с химической реакцией взаимодействия с экстрагентом.
11. Константы равновесия: термодинамическая, эффективная и концентрационная.
12. Высаливание при экстракции и его причины.
13. Метод разбавления как способ определения химизма экстракционного процесса.
14. Определение величины рН полуэкстракции.
15. Кинетика экстракции. Двухпленочная теория Нернста-Льюиса—Уитмена.
16.  $\beta$  коэффициент массопередачи.
17. Аддитивность фазовых сопротивлений.
18. Условия правомерности двухпленочной теории.
19. Влияние размера капель экстракционной эмульсии на массопередачу.
20. Определение коэффициента массопередачи экспериментальным путем.
21. Процессы, происходящие на границе раздела фаз.
22. Состояние неорганических веществ на границе раздела фаз.
23. Структурно-механический барьер на границе раздела фаз и его влияние на ход кинетической кривой.
24. Роль поверхностно-активных веществ (ПАВ) в экстракционных процессах.
25. Расчет параметра упаковки.
26. Мицеллярная экстракция.

### **Пример задания к контрольной работе № 1**

1. Термодинамика экстракции. Правило фаз. Константы равновесия: термодинамическая, эффективная и концентрационная.
2. Кинетика экстракции. Двухпленочная теория Нернста-Льюиса—Уитмена. Условия правомерности двухпленочной теории

### **Контрольная работа № 2**

**Выполняется по материалам разделов 3 и 4 дисциплины. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 15 баллов.**

### **Примеры вопросов к контрольной работе № 2.**

1. Классификация экстрагентов.
2. Экстрагенты кислотного типа. Карбоновые, фосфорорганические и фосфонитрильные кислоты.
3. Структуры и ионообменные группы экстрагентов кислотного типа.
4. Механизм экстракции кислыми экстрагентами. Влияние состава на экстракционную способность
5. Закон действующих масс применительно к экстрагентам кислотного типа.
6. Возможность димеризации кислых экстрагентов.
7. Тетрадный эффект при экстракции РЗЭ кислотными экстрагентами.
8. Реэкстракция металлов из органической фазы.
9. Хелатирующие реагенты.  $\beta$ - дикетоны.
10. Кето-енольная перегруппировка.

11. Хелатирующие реагенты. Оксиоксисмы.
12. Нейтральные экстрагенты. Их структуры и функциональные группы.
13. Карбонильные и фосфорильные экстрагенты.
14. Нейтральные экстрагенты. Сульфоксиды. N-окиси.
15. Нейтральные фосфорорганические соединения (НФОС).
16. Экстракция неорганических кислот и металлов нейтральными экстрагентами.
17. Сольватный механизм экстракции.
18. Сольватное число. Установление величины сольватного числа.
19. Гидратно-сольватный механизм экстракции.
20. Влияние состава НФОС на экстракционную способность. Эффект аномального арильного упрочнения.
21. Закон действующих масс применительно к НФОС.
22. Реэкстракция металлов из НФОС.
23. Экстрагенты-основания. Первичные, вторичные и третичные амины.
24. Механизм экстракции кислот и металлов.
25. Ассоциация солей аминов в органической фазе. Условия появления «третьей фазы».
26. Четвертичные аммониевые основания и их соли.
27. Механизм экстракции металлов. Реакции присоединения и замещения.
28. Особенности состояния органических солей металлов при экстракции четвертичными аммониевыми солями.
29. Реэкстракция металлов из солей четвертичных аммониевых оснований.
30. Экстракция смесями экстрагентов. Бинарные экстрагенты.
31. Механизм экстракции и реэкстракции бинарными экстрагентами.
32. Экстракция неорганических соединений бинарными экстрагентами из кислых, солевых и щелочных растворов.
33. Реакции экстракции и реэкстракции металлов.
34. Синергетный и антагонистический эффект при экстракции металлов смесями экстрагентов.
35. Причины синергетного и антагонистического эффекта.
36. Методы определения состава синергетных соединений.
37. Бифункциональные экстрагенты. Карбамоилфосфиноксиды.
38. Супрамолекулярные экстрагенты. Краун-эфиры и криптанды.
39. Механизм извлечения металлов в краун-эфиры. Реакция «гость – хозяин».
40. Влияние величины полости краун-эфира на селективность. Примеры краун-эфиров для извлечения определенных металлов.
41. Разделение изотопов с применением краун-эфиров.
42. Поданды.
43. Сравнение подандов и краун-эфиров.
44. Каликсарены.

### **Пример задания к контрольной работе № 2.**

1. Четвертичные аммониевые основания и их соли. Реакции присоединения и замещения. Механизм экстракции лантаноидов из нитратных растворов.
2. Нейтральные экстрагенты. Их структуры и функциональные группы. Сольватный и гидратно-сольватный механизмы экстракции металлов.

### **Контрольная работа № 3**

**Выполняется по материалам разделов 5 и 6 дисциплины. Максимальная оценка – 40 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов.**

### Примеры вопросов к контрольной работе № 3.

1. Требования, предъявляемые к экстрагенту в технологии: экстракционная способность.
2. Требования, предъявляемые к экстрагенту в технологии: селективность, физические свойства (плотность).
3. Требования, предъявляемые к экстрагенту в технологии: стоимость, минимальная токсичность.
4. Примеры экстрагентов, широко применяемых в технологии.
5. Разбавители экстрагентов. Требования к их свойствам.
6. Коллоидно-химические аспекты экстракционных процессов. Возможность появления «третьей фазы».
7. Отличие «третьей фазы» от появляющихся на границе раздела фаз межфазных образований.
8. Модификаторы и их роль в предотвращении образования «третьей фазы».
9. Экстракция из многокомпонентных растворов.
10. Влияние природы фоновой минеральной кислоты на селективность экстрагентов.
11. Влияние концентрации фоновой кислоты на извлечение металлов.
12. Экстракция из растворов, многокомпонентных по металлу.
13. Условия и причины увеличения экстрагируемости одного из компонентов или ее подавления в результате наличия другого металла.
14. Экстракция металлов в условиях отличия от двухфазной системы «водный раствор солей металла – органический раствор экстрагента».
15. ТВЭКсы и импрегнаты.
16. Экстракция в множественные эмульсии. Пертрактор.
17. Концентрирование целевого элемента в результате транспортной реакции при переносе через твердую мембрану, содержащую растворенный экстрагент, в фазу, содержащую реэкстрагирующий реагент.
18. Сверхкритическая флюидная экстракция.

### Пример задания к контрольной работе № 3.

1. Сверхкритическая флюидная экстракция.
2. Требования, предъявляемые к экстрагенту в технологии: экстракционная способность, селективность, физические свойства (плотность), стоимость, минимальная токсичность.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### 8.3. Итоговый контроль освоения дисциплины (10 семестр – зачет) .

В соответствии с учебным планом, изучение дисциплины завершается итоговым контролем в форме зачета, который выставляется по результатам выполнения контрольных работ.

Максимальная оценка за выполнение всех контрольных работ по дисциплине составляет 100 баллов, что входит в 100 баллов, составляющих максимальную оценку работы обучающегося за 10 семестр.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература:

1. Синегрибова О.А. Экстракция в технологии редких металлов. М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2014. 112 с.

#### **Б. Дополнительная литература:**

1. Раков Э.Г., Хаустов С.В.. Процессы и аппараты производств радиоактивных и редких металлов. М.: Металлургия, 1993. 383с.
2. Николотова З.И. Экстракция нейтральными органическими соединениями: справочник. М.: Энергоатомиздат, 1999. 542 с.
3. Основы жидкостной экстракции /под ред. Г.А.Ягодина. М.: «Химия», 1981. 399с.
4. Ягодин Г.А., Синегрибова О.А., Чекмарев А.М. Технология редких металлов в атомной технике. М.: Атомиздат, 1974. С. 183-197.

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Научно-технические журналы:

1. Химическая технология. ISSN 1684-5811
2. Радиохимия. ISSN 0033-8311
3. Теоретические основы химической технологии. ISSN 0040-3571
4. Цветные металлы. ISSN 0372-2929;
5. Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия». ISSN 0021-3438.

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- электронный раздаточный материал,
- электронные презентации лекций,
- электронные списки вопросов к контрольным работам,
- наглядные пособия

При переходе на электронное обучение (ЭО) и дистанционные образовательные технологии (ДОТ) для реализации рабочей программы применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения дисциплины:

- электронная информационно-образовательная среда РХТУ (ЭИОС);
- сервисы по доставке e-mail сообщений;
- платформа для проведения онлайн конференций и вебинаров – Zoom (<https://zoom.us>).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 18.02.2020).

- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/94/91/6/67> (дата обращения: 18.01.2019).

- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA>

[%E0%E7](#) (дата обращения: 18.02.2020).

При освоении дисциплины обучающие должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 18.02.2020).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 18.02.2020).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 18.02.2020).

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в специалитете направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «Экстракция в технологии редких металлов» включает 6 разделов, которые посвящены изучению теоретических вопросов, касающихся термодинамики и кинетики экстракционного процесса (разделы 1 и 2), изучению механизмов экстракции редких металлов экстрагентами различной природы (кислотными, нейтральными, основными) и их смесями (разделы 3 и 4), извлечению редких металлов из многокомпонентных систем и рассмотрению вариантов процессов экстрагирования (разделы 5 и 6)..

После изучения 2-го, 4-го и 6-го разделов обучающиеся выполняют контрольную работу по пройденному материалу.

При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных и информационных источников, представленных в рабочей программе.

Наибольшую трудоемкость составляет самостоятельная работа, предназначенная для закрепления теоретических знаний, полученных на лекциях и практических занятиях.

В процессе подготовки рекомендуется:

1. Внимательно изучить лекционный и раздаточный материал.
2. При самостоятельной подготовке использовать рекомендованную основную и дополнительную литературу, интернет-ресурсы и т.п. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

Умение обучающегося работать с литературой и интернет-ресурсами может быть оценено по его способности систематизировать источники, критически оценивать сделанное ранее другими исследователями, определять современное состояние проблемы исследования.

Самостоятельная работа, выполняемая обучающимся, является внеаудиторной и проводится без непосредственного участия преподавателя.

Самостоятельная работа должна оказывать важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием по каждой дисциплине. Он



выполняет внеаудиторную работу по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

В соответствии с учебным планом, изучение дисциплины завершается итоговым контролем в форме зачета по результатам выполнения контрольных работ.

Максимальная оценка за выполнение всех контрольных работ по дисциплине составляет 100 баллов, что входит в 100 баллов, составляющих максимальную оценку работы за 10 семестр.

## **10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### **11.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Дисциплина по выбору «Экстракция в технологии редких металлов» преподается в 10-м семестре и включает лекции, практические (семинарские) занятия и самостоятельную подготовку.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что обучающиеся имеют общую подготовку по общенаучным, общеинженерным дисциплинам и основным профессиональным дисциплинам специалитета, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал дисциплины должен опираться на полученные обучающимися знания и быть ориентирован на их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями.

Обучение может быть организовано как в виде традиционных лекций и практических занятий, так и научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться взаимосвязь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом. При выборе материала для занятий желательно обращаться к опыту ведущих зарубежных и отечественных научно-исследовательских центров, научно-производственных фирм и предприятий, использовать их научные, информационные и рекламные материалы и проводить их сравнительный анализ.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Экстракция в технологии редких металлов», является формирование у обучающихся компетенций в области технологии экстрагирования редких элементов.

Теоретические материалы преподавателям рекомендуется излагать на лекциях и закреплять обсуждением примеров и опросом на практических семинарских занятиях. Умения и навыки обучающихся, необходимые для полного освоения программы в рамках заявленных компетенций, следует закреплять в ходе самостоятельного изучения дисциплины.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по дисциплине является широкое использование наглядных пособий и иллюстративного материала, в том

числе с применением компьютерной техники, каталогов фирм и предприятий. Иллюстративный материал включает презентации по разделам дисциплины, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать обучающимся проработку дополнительной литературы по тематике занятия, организуя ее обсуждение на практических занятиях, формирует у обучающихся навык к самостоятельной работе с разнообразными литературными источниками.

Для своевременной подготовки обучающегося к практическим занятиям преподавателям рекомендуется сообщать тему следующей лекции (семинара) заблаговременно, в течение недели.

### **11.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; лабораторные работы, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; онлайн консультации по курсовому проектированию; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн.

## **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1 708 372 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные

периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

### Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

| № | Электронный ресурс                           | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей  | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором  |
|---|--|--|--|
| 1 | Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ» | <p>Принадлежность - сторонняя<br/> Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г.<br/> Сумма договора – 642 083-68<br/> Срок действия с «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Дополнительный Договор № 33.03-Р-3.1-2217/2020 от 02.03.2020 г.<br/> Сумма договора- 30 994-52<br/> Срок действия с «02» марта 2020 г. по «25» сентября 2020 г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br/> Сумма договора – 747 661-28<br/> Срок действия Договора с «26» сентября 2020г.</p> | <p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки"-изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика»-изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент»- изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
|   |   | <p>по «25» сентября 2021г.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.<br/>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>  |  |
| 2 | <p>Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)</p> | <p>Принадлежность – собственная РХТУ.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a><br/>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера</p>   | <p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>  |
| 3 | <p>Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».</p>    | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 189-2647А/2019 От 09.01.2020 г.<br/>Сумма договора – 601110-00 С «01» января.2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a><br/>Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.</p> | <p>Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД</p>   |
| 4 | <p>Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ).</p>  | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Реквизиты договора – ФГБУ РГБ, Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br/>Сумма договора - 398 840-00 С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a><br/>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.</p>   | <p>В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.</p> |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| 5 | БД ВИНТИ РАН                                | <p>Принадлежность сторонняя, Реквизиты договора- ВИНТИ РАН<br/> Договор № 33.03-Р-3.1-2047/2019 от 25 февраля 2020 г.<br/> Сумма договора - 100 000-00<br/> С «25» февраля 2020 г. по «24 » февраля 2021 г.<br/> Ссылка на сайт- <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a><br/> Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.</p>          | <p>Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов</p>   |
| 6 | Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru» | <p>Принадлежность – сторонняя<br/> Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека,<br/> договор № 33.03-Р-3.1 2087/2019<br/> Сумма договора – 1100017-00<br/> С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/> Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a><br/> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | <p>Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.</p> |
| 7 | Справочно-правовая система «Консультант+»   | <p>Принадлежность сторонняя- Договор № 174-247ЭА/2019 от 26.12.2019 г.<br/> Сумма договора - 927 029-80<br/> С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/> Ссылка на сайт- <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a><br/> Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>   | <p>Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.</p>   |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
| 8  | Справочно-правовая система «Гарант»                    | <p>Принадлежность сторонняя<br/>         Договор №166-235ЭА/2019<br/>         от 23.12.2019 г.<br/>         Сумма договора - 603 949-84</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>         по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – 50<br/>         пользовательских лицензий по<br/>         ip-адресам.</p>  | Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.   |
| 9  | Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"   | <p>Принадлежность сторонняя-<br/>         «Электронное издательство<br/>         ЮРАЙТ»<br/>         Договор № 33.03-Р-3.1-220/2020<br/>         от 16.03.2020 г.</p> <p>Сумма договора - 324 000-00</p> <p>С «16» марта 2020 г.<br/>         по «15» марта 2021 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для<br/>         зарегистрированных<br/>         пользователей РХТУ с любого<br/>         компьютера.</p> | Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов. |
| 10 | Электронно-библиотечная система «Консультант студента» | <p>Принадлежность сторонняя-<br/>         ООО «Политехресурс»<br/>         Договор № 33.03-Р-3.1-218/2020<br/>         От «16» марта 2020 г.</p> <p>Сумма договора-36 500-00</p> <p>С «17» марта 2020 г.<br/>         по «16» марта 2021 г</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей - доступ для<br/>         зарегистрированных<br/>         пользователей РХТУ с любого<br/>         компьютера.</p>                    | Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».  |

|    |   |   |  |
|----|---|---|--|
| 11 | Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»     | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «ЗНАНИУМ», Договор № 4309 эбс 33.03-Р-3.1-2215/2020 от «20» марта 2020 г. Сумма договора-30 000-00</p> <p>С «20» марта 2020 г. по «19» марта 2021г</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>   | Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.       |
| 12 | Информационно-аналитическая система Science Index | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «Научная электронная библиотека» Договор № SIO-364/19 33.03-Р-3.1-2103/2019 от «17» февраля 2020 г. Сумма договора-90 000-00 Срок действия с «17» февраля2020 г. по «16» февраля 2021 г. Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ</p>   | Дистанционная поддержка публикационной активности преподавателей университета  |
| 13 | Издательство Wiley                                | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 694</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации.</p> | Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др. |

|    |   |  |  |
|----|---|--|--|
| 14 | QUESTEL ORBIT   | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 09.10.2020 г. № 1162</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт – <a href="https://orbit.com">https://orbit.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>   | <p>ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.</p>   |
| 15 | American Chemical Society   | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 637</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа: <a href="https://pubs.acs.org/page/remotaccess">https://pubs.acs.org/page/remotaccess</a></p> | <p>Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society</p>   |
| 16 | База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.07.2020 г. № 712</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ.</p>   | <p>Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза.</p> <p>Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.</p> |



|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 17 | Ресурсы международной компании Clarivate Analytics | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо Минобрнауки от 07.07.2020 г. № 692</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1j2TUymdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1j2TUymdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Удаленный доступ.</p> | <p>Открыт доступ к ресурсам: <b>WEB of SCIENCE</b> – реферативная и наукометрическая база данных. <b>MEDLINE</b> – реферативная база данных по медицине.</p>   |
| 18 | Электронные ресурсы издательства SpringerNature    | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо Минобрнауки от 17.07.2020 г. № 743</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ.</p>  | <p>- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>- Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group <a href="https://www.nature.com/siteindex/index.html">https://www.nature.com/siteindex/index.html</a></p> <p>- Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols <a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a></p> <p>- Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a></p> <p>- Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме</p> <p>- Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH</p> |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
|    |  |   | <p><a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a><br/>- Nano Database<br/><a href="https://goo.gl/PdhJdo">https://goo.gl/PdhJdo</a><br/>Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a></p>   |
| 19 | База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service  | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 635 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a><br/>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.</p>                     | <p>SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.</p> |
| 20 | Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 772 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a><br/>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.<br/>Удаленный доступ.</p>                  | <p>«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов.<br/>«Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук.<br/>Доступ к архивам 2015-2019 гг.</p>                          |
| 21 | American Institute of Physics (AIP)                        | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 № 1188 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="http://scitation.aip.org">http://scitation.aip.org</a><br/><br/>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа:</p> | <p>Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP).</p>   |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
|    |  | <a href="https://www.scitation.org/remote-access">https://www.scitation.org/remote-access</a>   |  |
| 22 | Scopus   | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a> .<br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Удаленный доступ.   | Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства <b>ELSEVIER</b>  |
| 23 | Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество) | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a><br>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access">https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access</a> | Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии. |

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов:

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

112. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>  
Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

113. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>  
В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

114. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>  
База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

115. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>  
Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

116. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>  
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

117. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>  
Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

118. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>  
ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

119. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>  
PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

120. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>  
Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.

121. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>  
Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru) Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.

-Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

### 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью;

учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации;

библиотека, имеющая рабочие компьютерные места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

#### 13.2. Учебно-наглядные пособия

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам дисциплины.

#### 13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, USB-портами, принтерами, многофункциональными устройствами и программными средствами; мультимедийное проекционное оборудование; веб-камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет; беспроводная точка доступа в локальную сеть и сеть Интернет.

#### 13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам дисциплины.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам дисциплины; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

#### 13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---|--|
| 1     | Неисключительная лицензия на использование Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprise<br>В составе:<br><br>38) В составе Microsoft Office Professional Plus | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 657 комплектов.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907<br>Каждый комплект включает:<br>1) Лицензию на комплекс для создания презентаций, электронных текстов и таблиц, обработки баз данных Microsoft Office.<br>2) Лицензию для | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии |
|-------|---|--|--|----------------------------------|
|       | <p>2019:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> <p>39) Microsoft Core CAL</p> <p>40) Microsoft Windows Upgrade</p> |  | <p>подключения пользователей к серверным системам Microsoft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exchange Server Standard,</li> <li>• Exchange Server Enterprise,</li> <li>• SharePoint Server,</li> <li>• Skype для бизнеса Server,</li> <li>• Windows MultiPoint Server Premium,</li> <li>• Windows Server Standard,</li> <li>• Windows Server Data Center</li> </ul> <p>3) Лицензию на обновление операционной системы для рабочих станций Windows 10. Дополнительно на ВУЗ предоставляется право на использование 1 (одной) лицензии средств разработки в рамках учебных компьютеров одного технического, естественнонаучного факультета (кафедры) и предоставления студентам для целей обучения Azure Dev Tools for Teaching. Количество активаций неограниченно в рамках подразделения.</p> |                                  |
| 2     | <p>Неисключительная лицензия на использование Учебный Комплект Компас-3D v18 на 50 мест. Проектирование и</p>   | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>2 лицензии на учебный комплект программного обеспечения для проектирования и конструирования в машиностроении,</p>  | <p>бессрочно</p>                 |

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|---------------------------------------|---|--|
|       | конструирование в машиностроении, лицензия.   |                                       | рассчитанные на активацию на 50 мест каждая.  |  |
| 3     | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (одна) сетевая лицензия на 200 пользователей  | бессрочно  |
| 4     | Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition Legalization GetGenuine Legalization  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 150 лицензий. Соглашение Microsoft OLV № V6159937   | бессрочно  |
| 5     | Неисключительная лицензия на использование SysCtrDatactrCore ALNG LicSAPk OLVS 16License E 1Y AcademicEdition Additional Product CoreLic<br>Предоставляет право на использование продуктов Microsoft: Configuration Manager Data Protection Manager Endpoint Protection Operations Manager Orchestrator Service Manager Virtual Machine Manager | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (один) комплект, включающий 16 (шестнадцать) лицензий для активации на 16 (шестнадцати) физических процессорных ядрах. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|--|--|--|---|
| 6     | <p>Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP</p> <p>Приложения в составе подписки:<br/>Outlook<br/>OneDrive<br/>Word<br/>Excel<br/>PowerPoint<br/>Microsoft Teams</p>                    | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа.<br/>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 7.    | <p>Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft</p> <p>Приложения в составе подписки:<br/>Outlook<br/>OneDrive<br/>Word<br/>Excel<br/>PowerPoint<br/>Microsoft Teams</p>              | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>26280 лицензий для студентов ВУЗа.<br/>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p>                             | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 8.    | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License</p> <p>По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах</p>  | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |



| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий                         | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---|--|
| 9.    | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 20 лицензий для виртуальных и облачных сред | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 10.   | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов                           | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2000 лицензий для почтовых серверов         | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

#### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                     | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки |
|---|---|----------------------------------|
| <b>Раздел 1. Термодинамика экстракции</b> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные положения термодинамики экстракции и параметры, описывающие экстракционное равновесие</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами расчета термодинамических и кинетических параметров экстракционного процесса.</li> </ul> | Оценка за контрольную работу №1  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p><b>Раздел 2</b><br/><b>Кинетика</b><br/><b>экстракции</b></p>           | <p><b>Знает:</b><br/>– основные положения кинетики экстракции металлов и пути интенсификации скорости экстракционного массопереноса;<br/><b>Владеет:</b><br/>– методами расчета термодинамических и кинетических параметров экстракционного процесса<br/>– навыками практического применения знаний об извлечении редких металлов экстракционными методами</p>  | <p>Оценка за контрольную работу №1</p> |
| <p><b>Раздел 3</b><br/><b>Экстрагенты</b><br/><b>различной природы</b></p> | <p><b>Знает:</b><br/>– состав и строение экстрагентов кислотного, нейтрального и основного типа, механизмы извлечения металлов в органическую фазу, влияние состава и строения на экстракционную способность и возможность реэкстракции;<br/><b>Умеет:</b><br/>– подобрать подходящий экстрагент для извлечения и концентрирования целевого редкого металла (или разделения смеси редких металлов) из водного раствора конкретного состава<br/>– проводить сравнение известных и вновь синтезированных экстрагентов и давать компетентную оценку их преимуществам и недостаткам;<br/>– установить механизм экстракции редкого металла при использовании ранее не изученных экстракционных систем и предложить условия реэкстракции;<br/>– находить оптимальные варианты и условия проведения экстракционных процессов с целью исключения появления межфазных образований.<br/><b>Владеет:</b><br/>– методами расчета термодинамических и кинетических параметров экстракционного процесса;<br/>– навыками практического применения знаний об извлечении редких металлов экстракционными методами.</p> | <p>Оценка за контрольную работу №2</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p><b>Раздел 4.</b><br/> <b>Экстракция смесями экстрагентов.</b><br/> <b>Супрамолекулярные экстрагенты.</b></p>      | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– состав смесей экстрагентов для получения синергетного эффекта;</li> <li>– возможности супрамолекулярных экстрагентов для извлечения и разделения редких металлов;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подобрать подходящий экстрагент для извлечения и концентрирования целевого редкого металла (или разделения смеси редких металлов) из водного раствора конкретного состава</li> <li>– проводить сравнение известных и вновь синтезированных экстрагентов и давать компетентную оценку их преимуществам и недостаткам;</li> <li>– установить механизм экстракции редкого металла при использовании ранее не изученных экстракционных систем и предложить условия реэкстракции;</li> <li>– находить оптимальные варианты и условия проведения экстракционных процессов с целью исключения появления межфазных образований.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами расчета термодинамических и кинетических параметров экстракционного процесса;</li> <li>– методами установления состава синергетных комплексов при экстракции смесью экстрагентов;</li> <li>– навыками практического применения знаний об извлечении редких металлов экстракционными методами.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №2</p> |
| <p><b>Раздел 5.</b><br/> <b>Требования к экстрагентам.</b><br/> <b>Экстракция из многокомпонентных растворов</b></p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные требования к экстрагентам и разбавителям в технологии редких металлов;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить сравнение известных и вновь синтезированных экстрагентов и давать компетентную оценку их преимуществам и недостаткам;</li> <li>– установить механизм экстракции редкого металла при использовании ранее не изученных экстракционных систем и предложить условия реэкстракции;</li> <li>– находить оптимальные варианты и условия проведения экстракционных процессов с целью исключения появления межфазных образований;</li> </ul>  | <p>Оценка за контрольную работу №3</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами расчета термодинамических и кинетических параметров экстракционного процесса;</li> <li>– навыками практического применения знаний об извлечении редких металлов экстракционными методами.</li> </ul>  |  |
| <p><b>Раздел 6.<br/>Различные варианты выполнения экстракционного извлечения</b></p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– варианты выполнения экстракционного процесса;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– установить механизм экстракции редкого металла при использовании ранее не изученных экстракционных систем и предложить условия реэкстракции;</li> <li>– находить оптимальные варианты и условия проведения экстракционных процессов с целью исключения появления межфазных образований;</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами расчета термодинамических и кинетических параметров экстракционного процесса;</li> <li>– навыками практического применения знаний об извлечении редких металлов экстракционными методами .</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №3</p> |

## 15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**  
**«Экстракция в технологии редких металлов»**  
**основной образовательной программы**  
**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**  
код и наименование направления подготовки (специальности)

**специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного**  
**цикла»**

наименование ООП

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
| 2.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
| 3.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
| 4.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«НЕТРАДИЦИОННАЯ ПЕРЕРАБОТКА РЕДКОМЕТАЛЛЬНОГО  
СЫРЬЯ»**

**Специальность 18.05.02 Химическая технология материалов  
современной энергетики**

**Специализация – «Химическая технология материалов ядерного  
топливного цикла»**

**Квалификация «инженер»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2020 г.**

Программа составлена:

д.х.н., профессором кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе С.В.Чижевской

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе «10» марта 2020, протокол № 14

## СОДЕРЖАНИЕ

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Цели и задачи дисциплины   | 4  |
| 2.    | Требования к результатам освоения дисциплины   | 4  |
| 3.    | Объем дисциплины и виды учебной работы   | 5  |
| 4.    | Содержание дисциплины  | 6  |
| 4.1.  | Разделы дисциплины и виды занятий  | 6  |
| 4.2.  | Содержание разделов дисциплины   | 7  |
| 5.    | Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины  | 8  |
| 6.    | Практические и лабораторные занятия  | 9  |
| 6.1.  | Практические занятия. Примерные темы практических занятий по дисциплине  | 9  |
| 6.2.  | Лабораторные занятия   | 10 |
| 7.    | Самостоятельная работа   | 10 |
| 8.    | Примеры оценочных средств для контроля освоения дисциплины   | 11 |
| 8.1.  | Примерная тематика реферативно-аналитической работы  | 11 |
| 8.2.  | Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины   | 11 |
| 8.3.  | Итоговый контроль освоения дисциплины (10 семестр – зачет)   | 15 |
| 9.    | Учебно-методическое обеспечение дисциплины   | 15 |
| 9.1.  | Рекомендуемая литература   | 15 |
| 9.2.  | Рекомендуемые источники научно-технической информации  | 15 |
| 9.3.  | Средства обеспечения освоения дисциплины   | 16 |
| 10.   | Методические указания для обучающихся  | 17 |
| 10.1  | Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                | 17 |
| 10.2  | Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                 | 17 |
| 11.   | Методические указания для преподавателей   | 17 |
| 11.1. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий | 17 |
| 11.2. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий  | 18 |
| 12.   | Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе  | 19 |
| 13.   | Материально-техническое обеспечение дисциплины   | 29 |
| 13.1. | Оборудование, необходимое в образовательном процессе:  | 29 |
| 13.2. | Учебно-наглядные пособия   | 29 |
| 13.3. | Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства  | 29 |
| 13.4. | Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы  | 29 |
| 13.5. | Перечень лицензионного программного обеспечения  | 29 |
| 14.   | Требования к оценке качества освоения программы  | 33 |
| 15.   | Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья                                 | 36 |



## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики специализации №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины на кафедре технологии редких элементов и наноматериалов на их основе РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Нетрадиционная переработка редкометалльного сырья» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающийся имеет теоретическую и практическую подготовку в области физической химии, основ технологии материалов современной энергетики и химии твердого тела.

**Цель дисциплины** – формирование у обучающихся теоретической базы знаний в области возможностей механической активации (МА) как метода совершенствования существующих и создания принципиально иных схем переработки минерального редкометалльного сырья.

### **Задачи дисциплины:**

- продемонстрировать на наиболее сложном типе минерального сырья редких металлов возможности механической активации редкометалльного сырья и перспективы её использования;
- сформировать знания обучающегося по методам интенсификации процессов разложения редкометалльного сырья с помощью механической активации
- способствовать расширению кругозора и творческой инициативы будущего специалиста, критическому осмыслению материалов в области «Химической технологии материалов современной энергетики».

Дисциплина «Нетрадиционная переработка редкометалльного сырья» преподаётся в 10 семестре обучения. Контроль успеваемости обучающихся ведётся по принятой в университете рейтинговой системе.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Нетрадиционная переработка редкометалльного сырья» при подготовке инженеров по специальности 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики», специализации №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла» направлено на приобретение следующих компетенций:

### **Профессиональные компетенции (ПК):**

- способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

### **Знать:**

- алгоритм и специфику организации схем механической активации и механохимической переработки редкометалльного сырья;

- факторы, влияющие на эффективность механического воздействия на кристаллическую структуру веществ;
- методы изучения структуры активированного твердого тела ;
- современное измельчительное оборудование и реализуемый в нем вид механического воздействия;
- взаимосвязь между типом механического воздействия и изменениями в кристаллической структуре в зависимости от типа кристаллической решетки минерала ;

**Уметь:**

- проводить поиск научно-технической и патентной литературы по интенсификации процессов разложения редкометалльного сырья с помощью механической активации;
- обосновать выбор и режимы работы измельчительного оборудования для механической (механохимической) активации минерала с учетом его кристаллической структуры;
- интерпретировать результаты РФА, ДТА и др. методов, используемых для анализа изменений в кристаллической структуре под действием механической активации.

**Владеть:**

- навыками интерпретации результатов анализа кристаллической структуры редкометалльного сырья;
- навыками практического применения знаний о применении механической активации для интенсификации методов разложения, выщелачивания редкометалльного сырья, а также о возможностях механохимического синтеза соединений редких металлов.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                          | 10 семестр          |                 |
|--|---------------------|-----------------|
|  | В зач.ед.           | В академ. часах |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>         | <b>4</b>            | <b>144</b>      |
| <b>Контактная работа (КР):</b>               | <b>1,33</b>         | <b>48</b>       |
| Лекции                                       | 0,44                | 16              |
| Практические (семинарские) занятия (ПЗ)      | 0,89                | 32              |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>          | <b>2,67</b>         | <b>96</b>       |
| Контактная самостоятельная работа            | 2,67                | 0,2             |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |                     | 95,8            |
| <b>Вид контроля: зачет</b>                   |                     | +               |
| <b>Вид итогового контроля</b>                | <b><u>зачет</u></b> |                 |

| Виды учебной работы                          | 10 семестр   |                 |
|--|--------------|-----------------|
|  | В зач.ед.    | В астрон. часах |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>         | <b>4</b>     | <b>108</b>      |
| <b>Контактная работа (КР):</b>               | <b>1,33</b>  | <b>36</b>       |
| Лекции                                       | 0,44         | 12              |
| Практические занятия (ПЗ)                    | 0,89         | 24              |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>          | <b>2,67</b>  | <b>72</b>       |
| Контактная самостоятельная работа            | 2,67         | 0,15            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |              | 71,85           |
| <b>Вид контроля : зачет</b>                  |              | +               |
| <b>Вид итогового контроля</b>                | <b>зачет</b> |                 |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Раздел дисциплины   | Часов      |           |                |                |
|-------|---|------------|-----------|----------------|----------------|
|       |   | Всего      | Лекции    | Практ. занятия | Самост. работа |
| 1.    | <b>Раздел 1. Основные понятия и общие положения механической и механохимической активации твердых тел. Методы исследования активированных минералов</b> | <b>44</b>  | <b>4</b>  | <b>12</b>      | <b>28</b>      |
| 1.1   | Теория механохимических процессов. Структурные изменения кристаллических тел под действием механической активации.                                      | 14         | 1         | 4              | 9              |
| 1.2   | Эффективность различного типа аппаратов и режимов измельчения   | 14         | 1         | 4              | 9              |
| 1.3   | Прямые и косвенные методы исследования активированных минералов   | 16         | 2         | 4              | 10             |
| 2     | <b>Раздел 2. Применение механической активации в процессах разложения минералов и выщелачивания твердой фазы</b>  | <b>68</b>  | <b>10</b> | <b>12</b>      | <b>46</b>      |
| 2.1   | Применение механической активации в процессах разложения цирконового концентрата  | 20         | 2         | 4              | 14             |
| 2.2   | Применение механической активации в процессах сульфатизации редкометалльного сырья  | 28         | 6         | 4              | 18             |
| 2.3   | Применение механической активации в процессах выщелачивания редкометалльного сырья  | 20         | 2         | 4              | 14             |
| 3.    | <b>Раздел 3. Механохимические реакции в неорганических системах.</b>  | <b>32</b>  | <b>2</b>  | <b>8</b>       | <b>22</b>      |
|       | <b>Всего часов</b>  | <b>144</b> | <b>16</b> | <b>32</b>      | <b>96</b>      |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### **Раздел 1. Основные понятия и общие положения механической и механохимической активации твердых тел. Методы исследования активированных минералов**

#### 1.1. Теория механохимических процессов. Структурные изменения кристаллических тел под действием механической активации.

Общие вопросы механической активации (МА) твердых тел. Термины «грубое», «среднее», «тонкое» и «сверхтонкое» измельчение. Повышение реакционной способности веществ в зависимости от характера (режима) воздействия рабочих тел – истирающий, вихревой, ударный и т.д. (типа аппарата-измельчителя). Понятия механическая активация и механохимическая активация. Химическая связь в твердых телах. Средний размер частиц, удельная поверхность. Размеры кристаллитов (области когерентного рассеяния, блоки мозаики), микродеформации кристаллической решетки. Эффект Хэвдалла. Теория механохимических процессов. Модели активации (статистическая, динамическая и др.), модели распределения (оценки) энергии, накопленной твердым телом при механической активации.

Структурные изменения кристаллических тел под действием МА. «Сухое» и «мокрое» измельчение. Влияние отношения массы рабочих тел к массе обрабатываемого материала; материал, геометрия рабочих тел и др. факторы.

#### 1.2. Эффективность различного типа аппаратов и режимов измельчения.

Конструктивные особенности наиболее распространенных аппаратов-измельчителей (мельницы: барабанные, трубные, вибрационные трубные, планетарные, кольцевые стирающие, дезинтегратор, атриттор, линейный индукционный вращатель и др.). Энергетический принцип классификации аппаратов. Влияние способа разрушения на физико-химическое состояние кристаллических веществ с близкими величинами удельной поверхности при измельчении в аппаратах различных типов (на примере кварцевого песка). Факторы, влияющие на эффективность механического воздействия в различных мельницах (работы Ходакова и Хеегна).

#### 1.3. Прямые и косвенные методы исследования активированных минералов.

Прямые методы исследования активированных твердых веществ: прямые (калориметрические измерения, РФА, ДТА, ЭПР, ИК-, мессбауэровская спектроскопия и др.). Косвенные методы исследования активированных твердых веществ (кинетика взаимодействия исходных и активированных при различных режимах механической обработки твердых тел с реагентами).

### **Раздел 2. Применение механической активации в процессах разложения минералов и выщелачивания твердой фазы.**

#### 2.1 Применение механической активации в процессах разложения цирконового концентрата.

Влияние режимов «сухого» и «мокрого» измельчения (активации) в центробежной планетарной мельнице (ЦПМ) шихты цирконового концентрата с карбонатом кальция на степень разложения циркона при спекании.

Влияние предварительной механической активации цирконового концентрата на разложение его спеканием с гексафторосиликатом калия.

#### 2.2 Применение механической активации в процессах сульфатизации редкометалльного сырья.

Влияние типа активатора (ЭИ-2, АГО-2) на структурные изменения бадделеита и его реакционную способность при сульфатизации. Интенсификация процесса.

Влияние условий МА в активаторе ЭИ-2 на повышение реакционной способности тантало-ниобатов (пироклор, танталит, колумбит, воджинит) в процессе их сульфатизации.

Влияние МА на реакционную способность слоистых силикатов (на примере лепидолита) при сульфатизации.

2.3. Применение механической активации в процессах выщелачивания редкометалльного сырья.

Влияние МА на реакционную способность по отношению к минеральным кислотам цирконосиликатов с разным типом кристаллической структуры (на примере островного силиката циркона и слоистого цирконосиликата эвдиалита).

Влияние типа аппарата и условий МА на кристаллическую структуру берилла его и реакционную способность по отношению к серной кислоте и вольфрамито-шеелитовых концентратов при автоклавно-содовом выщелачивании.

Сольвометаллургические варианты переработки механоактивированного редкометалльного минерального и техногенного сырья (эвдиалит, колумбит, отработанные катализаторы).

### Раздел 3. Механохимические реакции в неорганических системах.

Механохимические (МХ) методы переработки редкометалльного сырья (извлечение РЗЭ из бастнезита; вольфрама из механохимически модифицированного вольфрамита; извлечение компонентов иттрий-алюминиевого граната из отходов производства). Механохимический синтез соединений редких металлов.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:   | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 |
|---|--|----------|----------|----------|
|   | <b>Знать:</b>  |          |          |          |
| 1 | – алгоритм и специфику организации схем механической активации и механохимической переработки редкометалльного сырья;                                      | +        |          | +        |
| 2 | – факторы, влияющие на эффективность механического воздействия на кристаллическую структуру веществ;   | +        | +        |          |
| 3 | – методы изучения структуры активированного твердого тела;   | +        | +        |          |
| 4 | – современное измельчительное оборудование и реализуемый в нем вид механического воздействия;  | +        | +        |          |
| 5 | – взаимосвязь между типом механического воздействия и изменениями в кристаллической структуре в зависимости от типа кристаллической решетки минерала       |          | +        | +        |
|   | <b>Уметь:</b>  |          |          |          |
| 6 | – проводить поиск научно-технической и патентной литературы по интенсификации процессов разложения редкометалльного сырья с помощью механической активации | +        | +        | +        |

|  |  |   |   |   |
|--|--|---|---|---|
| 7  | – обосновать выбор и режимы работы измельчительного оборудования для механической (механохимической) активации минерала с учетом его кристаллической структуры;  |   | + | + |
| 8  | – интерпретировать результаты РФА, ДТА и др. методов, используемых для анализа изменений в кристаллической структуре под действием механической активации  |   | + | + |
| <b><i>Владеть:</i></b>   |  |   |   |   |
| 9  | – навыками интерпретации результатов анализа кристаллической структуры редкометалльного сырья  |   | + | + |
| 10   | – навыками практического применения знаний о применении механической активации для интенсификации методов разложения, выщелачивания редкометалльного сырья, а также о возможностях механохимического синтеза соединений редких металлов. | + | + | + |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен приобрести следующие <b>компетенции:</b> |  |   |   |   |
| <b><i>Профессиональные</i></b>   |  |   |   |   |
| 11   | – способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);                      |   |   | + |
| 12   | – способностью анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3)  |   |   | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1 Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине

| № п/п | № раздела | Темы практических занятий   | Часы |
|-------|-----------|---|------|
| 1     | 1.1       | «Сухое» и «мокрое» измельчение. Влияние отношения массы рабочих тел к массе обрабатываемого материала; материал, геометрия рабочих тел и другие факторы | 4    |
| 2     | 1.2       | Конструктивные особенности и принцип действия измельчительного оборудования.  | 4    |
| 3     | 1.3       | Прямые и косвенные методы исследования активированных твердых веществ. Навыки   | 4    |

|   |      |   |   |
|---|------|---|---|
|   |      | идентификации изменения структуры твердых веществ на конкретных примерах.   |   |
| 4 | 2.1  | Методы разложения циркона. Причины необычайной «упорности» минерала. Анализ изменения структуры циркона под действием механической активации его в различных активаторах без добавок и с добавками (например, оксида алюминия). Сопоставление условий обработки в отечественных и зарубежных активаторах. | 4 |
| 5 | 2.2. | Дефекты кристаллической структуры в оксидах, возникающие при механической активации в аппаратах-активаторах без отвода тепла в процессе механообработки (на примере ЭИ-2) и с отводом тепла (на примере АГО-2). Роль намола. Методы предотвращения загрязнения.   | 4 |
| 6 | 2.3  | Анализ литературных данных, опубликованных в отечественной и зарубежной литературе, по интенсификации методов разложения берилла.   | 4 |
| 7 | 3    | Механохимический синтез аналогов природных минералов.   | 8 |

## 6.2 Лабораторные занятия

Учебным планом не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Нетрадиционная переработка редкометалльного сырья» предусмотрена самостоятельная работа обучающегося в специалитете в объеме 96 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и семинарских занятиях учебного материала и подготовку к изучению последующих разделов дисциплины;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, онлайн семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных и информационных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

### 8.2. Примеры контрольных работ для текущего контроля освоения дисциплины

Текущий контроль освоения дисциплины «Нетрадиционная переработка редкометалльного сырья» в 10 семестре предусматривает 3 контрольные работы. Максимальная оценка за контрольные работы № 1 и № 2 составляет по 30 баллов за каждую, за контрольную работу № 3 – 40 баллов. Максимальная оценка за выполнение всех контрольных работ в 10 семестре составляет 100 баллов.

#### Контрольная работа № 1

Выполняется по окончании раздела 1. Максимальная оценка - 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос

#### Примеры вопросов к контрольной работе №1

1. Назовите основные группы процессов в технологии редких металлов.
2. Основные операции в технологических схемах переработки редкометалльного сырья.
3. Определение понятия «разложение» минерала.
4. Определение понятия «выщелачивание».
5. Критерии оценки эффективности процессов разложения и выщелачивания.
6. Назовите методы интенсификации процессов выщелачивания.
7. Обоснуйте применение декрипитации в технологии переработки сподумена
8. Модели активации (статистическая, динамическая и др.) и распределения (оценки) энергии, накопленной твердым телом при механической активации.
9. Структурные изменения кристаллических тел под действием механической активации.
10. Влияние отношения массы рабочих тел к массе обрабатываемого материала; геометрия рабочих тел и другие факторы.
11. Понятие намол и способы его предотвращения.
9. Что такое размеры кристаллитов (области когерентного рассеяния)?
10. Что такое микродеформации кристаллической структуры?
11. Что понимают под рентгеновской аморфизацией вещества?
12. Назовите основные типы мельниц и другого измельчительного оборудования, используемого для механической активации минерального сырья редких металлов?
13. Модели механической активации.
14. Роль российских ученых в развитии теоретических и прикладных аспектов механической активации
15. Фазовые переходы в твердых телах под действием механической активации. Эффект Хэдвалла.
16. Время жизни «активного» состояния в минералах редких металлов.
17. Дефектообразование при механической активации.
18. Свойства механически активированных твердых тел.
19. Методы исследования активированных минералов.



20. Твердофазные процессы.
21. Основные операции в технологических схемах переработки редкометалльного сырья.

### **Пример задания к контрольной работе № 1**

1. Основные операции в технологических схемах переработки редкометалльного сырья.
2. Фазовые переходы в твердых телах под действием механической активации. Эффект Хэдвалла.

### **Контрольная работа № 2**

**Выполняется по материалам раздела 2. Максимальная оценка - 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.**

### **Примеры вопросов к контрольной работе №2.**

1. Как влияют режимы «сухого» измельчения в ЦПМ шихты цирконового концентрата с карбонатом кальция на степень разложения циркона при спекании.
2. Как влияют режимы «мокрого» измельчения в ЦПМ шихты цирконового концентрата с карбонатом кальция на степень разложения циркона при спекании.
3. Какое влияние оказывает предварительная механическая активация цирконового концентрата на разложение его спеканием с гексафторосиликатом калия.
4. Типы активаторов на примере ЭИ-2, АГО-2.
5. Как тип активатора (ЭИ-2, АГО-2) влияет на структурные изменения бадделеита и его реакционную способность при сульфатизации.
6. Применение механической активации в процессах выщелачивания редкометалльного сырья.
7. Критерии оценки эффективности процессов разложения и выщелачивания.
8. Влияние способа разрушения на физико-химическое состояние кристаллических веществ с близкими величинами удельной поверхности при измельчении в аппаратах различных типов (на примере кварцевого песка).
9. Влияние механической активации на реакционную способность по отношению к минеральным кислотам цирконосиликатов с разным типом кристаллической структуры.
10. Влияние типа аппарата на кристаллическую структуру берилла и его реакционную способность по отношению к серной кислоте.
11. Влияние механической активации на реакционную способность слоистых силикатов при сульфатизации.
12. Применение термического активирования в технологии переработки берилла.
13. Влияние условий механической активации на кристаллическую структуру берилла.
14. Влияние условий механической активации и реакционную способность берилла по отношению к серной кислоте.
15. Влияние типа аппарата на кристаллическую структуру вольфрамито-шеелитовых концентратов на их реакционную способность по отношению к серной кислоте при автоклавно-содовом выщелачивании.
16. Влияние условий механической активации на кристаллическую структуру вольфрамито-шеелитовых концентратов на их реакционную способность по отношению к серной кислоте при автоклавно-содовом выщелачивании.
17. Влияние типа аппарата и условий механической активации на кристаллическую структуру вольфрамито-шеелитовых концентратов.
18. Влияние типа аппарата и условий механической активации на реакционную способность вольфрамито-шеелитовых концентратов по отношению к серной кислоте при автоклавно-содовом выщелачивании.

### **Пример задания к контрольной работе № 2**

1. Как влияют режимы «сухого» измельчения в ЦПМ шихты цирконового концентрата с карбонатом кальция на степень разложения циркона при спекании.
2. Влияние типа аппарата и условий механической активации на кристаллическую структуру вольфрамито-шеелитовых концентратов.

### **Контрольная работа №3**

**Выполняется по материалу разделов №№ 1 – 3. Максимальная оценка - 40 баллов.  
Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 20 баллов за вопрос.**

#### **Примеры вопросов к контрольной работе №3.**

1. Способы механической активации твердых тел. Отличие от измельчения.
2. Что подразумевается под терминами «грубое», «среднее», «тонкое» и «сверхтонкое» измельчение.
3. Влияние характера (режима) воздействия рабочих тел – истирающий, вихревой, ударный и т.д. (типа аппарата-измельчителя) на реакционную способность твердых тел.
4. Отличие понятий «механическая активация» и «механохимическая активация».
5. Эффект Хэдвалла.
6. Модели активации (статистическая, динамическая и др.) и распределения (оценки) энергии, накопленной твердым телом при механической активации.
7. Структурные изменения кристаллических тел под действием механической активации.
8. Химическая связь в кристаллических твердых телах.
9. Размеры кристаллитов (области когерентного рассеяния, блоки мозаики), микродеформации кристаллической решетки.
10. «Сухое» и «мокрое» измельчение.
11. Влияние отношения массы рабочих тел к массе обрабатываемого материала; геометрия рабочих тел и другие факторы.
12. Понятие намол и способы его предотвращения.
13. Конструктивные особенности и принцип действия измельчительного оборудования.
14. Методы исследования активированных минералов.
15. Прямые методы исследования активированных твердых веществ (калориметрические измерения, РФА, ДТА, ЭПР, ИК-, мессбауэровская спектроскопия и др.).
16. Косвенные методы исследования активированных твердых веществ (кинетика взаимодействия исходных и активированных при различных режимах механической обработки твердых тел с реагентами).
17. Влияние режимов «сухого» и «мокрого» измельчения (активации) в центробежной планетарной мельнице (ЦПМ) шихты цирконового концентрата с карбонатом кальция на степень разложения циркона при спекании.
18. Влияние предварительной механической активации цирконового концентрата на разложение его спеканием с гексафторосиликатом калия.
19. Применение механической активации в процессах сульфатизации редкометалльного сырья.
20. Влияние типа активатора (ЭИ-2, АГО-2) на структурные изменения бадделеита и его реакционную способность при сульфатизации.

21. Влияние условий механической активации в активаторе ЭИ-2 на повышение реакционной способности тантало-ниобатов (пироклор, танталит, колумбит, воджинит) в процессе их сульфатизации.
22. Влияние механической активации на реакционную способность слоистых силикатов (на примере лепидолита) при сульфатизации.
23. Применение механической активации в процессах выщелачивания редкометалльного сырья.
24. Влияние механической активации на реакционную способность по отношению к минеральным кислотам цирконосиликатов с разным типом кристаллической структуры (на примере островного силиката циркона и слоистого цирконосиликата эвдиалита).
25. Влияние типа аппарата и условий механической активации на кристаллическую структуру берилла и его реакционную способность по отношению к серной кислоте.
26. Влияние типа аппарата и условий механической активации на кристаллическую структуру вольфрамитово-шеелитовых концентратов на их реакционную способность по отношению к серной кислоте при автоклавно-содовом выщелачивании.
27. Сольвометаллургические варианты переработки механоактивированного редкометалльного минерального и техногенного сырья (эвдиалит).
28. Сольвометаллургические варианты переработки механоактивированного редкометалльного минерального и техногенного сырья (колумбит).
29. Сольвометаллургические варианты переработки механоактивированного редкометалльного минерального и техногенного сырья (отработанные катализаторы).
30. Механохимические методы переработки редкометалльного сырья (извлечение РЗЭ из бастнезита)
31. Механохимические методы переработки редкометалльного сырья (извлечение вольфрама из механохимически модифицированного вольфрамита).
32. Механохимические методы переработки редкометалльного сырья; извлечение компонентов иттрий-алюминиевого граната из отходов производства)
33. Механохимический синтез соединений редких металлов.
34. Сопоставление условий обработки упорного минерального сырья в отечественных и зарубежных активаторах.
35. Дефекты кристаллической структуры в оксидах, возникающие при механической активации в аппаратах-активаторах без отвода тепла в процессе механообработки (на примере ЭИ-2).
36. Дефекты кристаллической структуры в оксидах, возникающие при механической активации в аппаратах-активаторах с отводом тепла (на примере АГО-2).
37. Идентификация изменения структуры твердых веществ на конкретных примерах.
38. Модели механической активации.
39. Кинетика процессов взаимодействия исходных и активированных твердых тел.
40. Конструктивные особенности наиболее распространенных аппаратов-измельчителей.
41. Энергетический принцип классификации аппаратов-измельчителей.
42. Роль российских ученых в развитии теоретических и прикладных аспектов механической активации.
43. Твердофазные процессы
44. Методы изучения структуры активированного твердого тела.
45. Время жизни «активного» состояния в минералах редких металлов.
46. Критерии оценки эффективности процессов разложения и выщелачивания
47. Основные операции в технологических схемах переработки редкометалльного сырья.

48. Рентгеновская аморфизация вещества.
49. Точечные дефекты кристаллической структуры.
- 50.

### **Пример задания к контрольной работе № 3**

1. Модели активации (статистическая, динамическая и др.) и распределения (оценки) энергии, накопленной твердым телом при механической активации.
2. Методы изучения структуры активированного твердого тела.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### **8.3. Итоговый контроль освоения дисциплины (10 семестр – зачет)**

В соответствии с учебным планом, изучение дисциплины завершается итоговым контролем в форме зачета по результатам выполнения контрольных работ.

Максимальная оценка за выполнение всех контрольных работ по дисциплине составляет 100 баллов, что входит в 100 баллов, составляющих максимальную оценку работы обучающегося за 10 семестр.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Рекомендуемая литература**

#### *А) Основная литература:*

1. Ермилов А. Г., Богатырева Е.В. Предварительная механоактивация. М. : МИСиС, 2012. 135 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/116969> (дата обращения: 06.02.2020).
2. Косенко Н.Ф. Регулирование реакционной способности твердых фаз. Иваново : ИГХТУ, 2013. 224 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/63666> (дата обращения: 06.02.2020).

#### *Б) Дополнительная литература*

1. Молчанов В.И., Юсупов Т.С. Физические и химические свойства тонкодиспергированных минералов. М.: Недра. 1981. 160 с.
2. Аввакумов Е.Г. Механические методы активации химических процессов. 2-е изд. Новосибирск: Наука. 1986. 304с.
3. Молчанов В.И., Селезнева О.Г., Жирнов Е.Н. Активация минералов при измельчении. М.: Недра. 1988. 208 с.
4. Кулебакин В.Г. Применение механохимии в гидрометаллургических процессах. Новосибирск: Наука. Сиб. Отделение. 1988. 272 с.
5. Болдырев В.В. Экспериментальные методы в механохимии твердых неорганических веществ. Новосибирск: Наука. 1983. 65 с.
6. Ходаков Г.С. Физика измельчения. М.: Наука. 1972. 307 с.

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Научно-технические журналы:

- Журнал «Безопасность труда в промышленности» ISSN 0409-2961;
- Журнал «Безопасность в техносфере» ISSN 1998-071X

- Информационный бюллетень Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору
- Журнал «Безопасность жизнедеятельности» ISSN 1684-6435
- Журнал «Цветные металлы» ISSN 0372-2929
- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 0023-110X
- Журнал «Химическая технология» ISSN 1684-5811.

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения её освоения:

- электронный раздаточный материал к лекциям,
- электронные презентации лекций,
- электронные списки вопросов к контрольным работам,

При переходе на электронное обучение (ЭО) и дистанционные образовательные технологии (ДОТ) для реализации рабочей программы применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения дисциплины:

- электронная информационно-образовательная среда РХТУ (ЭИОС);
- сервисы по доставке e-mail сообщений;
- платформа для проведения онлайн конференций и вебинаров – Zoom (<https://zoom.us>).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 06.02.2020).

– Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/94/91/6/67> (дата обращения: 06.02.2020).

- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 06.02.2020).

При освоении дисциплины обучающие должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 06.02.2020).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 06.02.2020).

- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 06.02.2020).

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в специалитете направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «Нетрадиционная переработка редкометалльного сырья» содержит 3 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных и информационных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

Рабочая программа дисциплины «Нетрадиционная переработка редкометалльного сырья» включает в себя лекционные и практические занятия. При подготовке к практическим занятиям и контрольным точкам обучающийся должен руководствоваться следующими основными принципами: сочетание в работе, с одной стороны, общепризнанных теоретических и практических положений и сведений, с другой результатов новейших разработок в области переработки редкометаллического сырья в ядерной отрасли.

Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет 100 баллов и складывается из результатов выполнения трёх контрольных работ. Максимальные оценки за контрольные работы №1 и №2 составляют по 30 баллов за каждую, за контрольную работу №3 – 40 баллов.

В соответствии с учебным планом, изучение дисциплины завершается итоговым контролем в форме зачета по результатам выполнения контрольных работ.

Максимальная оценка за выполнение всех контрольных работ по дисциплине составляет 100 баллов, что входит в 100 баллов, составляющих максимальную оценку работы за 10 семестр.

### **10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1, либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### **11.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Дисциплина по выбору «Нетрадиционная переработка редкометалльного сырья»

преподается в 10-м семестре обучения и включает лекции, практические занятия и самостоятельную подготовку.

При проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что обучающиеся имеют общую подготовку по общенаучным, общеинженерным дисциплинам и основным профессиональным дисциплинам специалитета, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала.

Обучение может быть организовано как в виде традиционных лекций и практических занятий, так и научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться взаимосвязь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом. При выборе материала для занятий желательно обращаться к опыту ведущих зарубежных и отечественных научно-исследовательских центров, научно-производственных фирм и предприятий, использовать их научные, информационные и рекламные материалы, проводить их сравнительный анализ.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине, является формирование у обучающихся компетенций в области технологии переработки редкометалльного сырья.

Наиболее сложные теоретические материалы преподавателям рекомендуется излагать на лекциях и закреплять обсуждением примеров и опросом на практических семинарских занятиях. Умения и навыки обучающихся, необходимые для полного освоения программы в рамках заявленных компетенций, следует закреплять в ходе самостоятельного изучения дисциплины.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по дисциплине является широкое использование наглядных пособий и иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники, каталогов фирм и предприятий. Иллюстративный материал включает презентации по разделам дисциплины, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать обучающимся проработку дополнительной литературы по тематике занятия, организуя ее обсуждение на практических занятиях, формирует у обучающихся навык к самостоятельной работе с разнообразными литературными источниками

Для своевременной подготовки обучающихся к практическим занятиям преподавателям рекомендуется сообщать тему следующей лекции (семинара) заблаговременно, в течение недели.

После проведения каждой контрольной работы преподавателям рекомендуется обсудить предложенные вопросы и рекомендовать обучающимся дополнительные задания для закрепления полученных навыков в ходе последующего самостоятельного изучения разделов дисциплины.

## **11.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение

кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль; онлайн консультации и самостоятельная работа.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается) и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн.

## 12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2020 составляет 1 715 452 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

### Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

| № | Электронный ресурс                           | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей   | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором  |
|---|--|---|--|
| 1 | Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ» | Принадлежность - сторонняя<br>Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г.<br>Сумма договора – 642 083-68<br>Срок действия с «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г.<br>Ссылка на сайт ЭБС – | Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва |



|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
|   |   | <p><a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Дополнительный Договор № 33.03-Р-3.1-2217/2020 от 02.03.2020 г.<br/>Сумма договора- 30 994-52<br/>Срок действия с «02» марта 2020 г. по «25» сентября 2020 г.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br/>Сумма договора – 747 661-28<br/>Срок действия Договора с «26» сентября 2020г. по «25» сентября 2021г.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.<br/>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p> | <p>ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»- Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки"-изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика»-изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент»- изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> |
| 2 | <p>Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)</p> | <p>Принадлежность – собственная РХТУ.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a><br/>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера</p>   | <p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>  |
| 3 | <p>Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».</p>    | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 189-2647А/2019 От 09.01.2020 г.<br/>Сумма договора – 601110-00 С «01» января.2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a></p>  | <p>Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД</p>   |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|   |   | Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.  |   |
| 4 | Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ). | Принадлежность – сторонняя<br>Реквизиты договора – ФГБУ РГБ, Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br>Сумма договора - 398 840-00<br>С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a><br>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.  | В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации. |
| 5 | БД ВИНТИ РАН                                  | Принадлежность сторонняя,<br>Реквизиты договора- ВИНТИ РАН<br>Договор № 33.03-Р-3.1-2047/2019 от 25 февраля 2020 г.<br>Сумма договора - 100 000-00<br>С «25» февраля 2020 г. по «24» февраля 2021 г.<br>Ссылка на сайт- <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a><br>Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.          | Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов  |
| 6 | Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»   | Принадлежность – сторонняя<br>Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека,<br>договор № 33.03-Р-3.1 2087/2019<br>Сумма договора – 1100017-00<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a><br><br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.                                    |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
| 7  | Справочно-правовая система «Консультант+»              | Принадлежность сторонняя- Договор № 174-247ЭА/2019 от 26.12.2019 г.<br>Сумма договора - 927 029-80<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт- <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a><br>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.   | Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.  |
| 8  | Справочно-правовая система Гарант»                     | Принадлежность сторонняя Договор №166-235ЭА/2019 от 23.12.2019 г.<br>Сумма договора - 603 949-84<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a><br>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.  | Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.   |
| 9  | Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"   | Принадлежность сторонняя- «Электронное издательство ЮРАЙТ»<br>Договор № 33.03-Р-3.1-220/2020 от 16.03.2020 г.<br>Сумма договора - 324 000-00<br>С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.<br><br>Ссылка на сайт – <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a><br>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. | Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов. |
| 10 | Электронно-библиотечная система «Консультант студента» | Принадлежность сторонняя- ООО «Политехресурс»<br>Договор № 33.03-Р-3.1-218/2020 От «16» марта 2020 г.<br>Сумма договора-36 500-00<br><br>С «17» марта 2020 г. по «16» марта 2021 г.<br><br>Ссылка на сайт – <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a><br>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.  | Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».  |

|    |   |   |  |
|----|---|---|--|
| 11 | Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»     | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «ЗНАНИУМ», Договор № 4309 эбс 33.03-Р-3.1-2215/2020 от «20» марта 2020 г. Сумма договора-30 000-00</p> <p>С «20» марта 2020 г. по «19» марта 2021г</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>   | Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.       |
| 12 | Информационно-аналитическая система Science Index | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «Научная электронная библиотека» Договор № СИО-364/19 33.03-Р-3.1-2103/2019 от «17» февраля 2020 г. Сумма договора-90 000-00 Срок действия с «17» февраля2020 г. по «16» февраля 2021 г. Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ</p>   | Дистанционная поддержка публикационной активности преподавателей университета  |
| 13 | Издательство Wiley                                | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 694</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации.</p> | Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др. |

|    |   |  |  |
|----|---|--|--|
| 14 | QUESTEL ORBIT   | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 09.10.2020 г. № 1162</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт – <a href="https://orbit.com">https://orbit.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>   | <p>ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.</p>   |
| 15 | American Chemical Society   | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 637</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа: <a href="https://pubs.acs.org/page/remotecaccess">https://pubs.acs.org/page/remotecaccess</a></p> | <p>Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society</p>   |
| 16 | База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.07.2020 г. № 712</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ.</p>   | <p>Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза.</p> <p>Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.</p> |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 17 | Ресурсы международной компании Clarivate Analytics | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 692 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Удаленный доступ.</p> | <p>Открыт доступ к ресурсам: <b>WEB of SCIENCE</b> – реферативная и наукометрическая база данных. <b>MEDLINE</b> – реферативная база данных по медицине.</p>   |
| 18 | Электронные ресурсы издательства SpringerNature    | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ.</p>   | <p>- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>- Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group <a href="https://www.nature.com/siteindex/index.html">https://www.nature.com/siteindex/index.html</a></p> <p>- Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols <a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a></p> <p>- Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a></p> <p>- Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме</p> <p>- Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a></p> |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
|    |  |   | - Nano Database<br><a href="https://goo.gl/PdhJdo">https://goo.gl/PdhJdo</a><br>Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a>   |
| 19 | База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service  | Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 635 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a><br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.   | SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие. |
| 20 | Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect | Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 772 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a><br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.<br>Удаленный доступ.   | «Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов.<br>«Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук.<br>Доступ к архивам 2015-2019 гг.                            |
| 21 | American Institute of Physics (AIP)                        | Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 № 1188 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="http://scitation.aip.org">http://scitation.aip.org</a><br><br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.scitation.org/remote-access">https://www.scitation.org/remote-access</a> | Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP).   |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 22 | Scopus   | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a> .<br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Удаленный доступ.   | Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства <b>ELSEVIER</b>  |
| 23 | Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество) | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a><br>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access">https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access</a> | Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии. |

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов:

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:



122. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>  
Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

123. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>  
В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

124. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>  
База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

125. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>  
Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

126. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>  
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

127. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>  
Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

128. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>  
ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

129. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>  
PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

130. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>  
Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.

131. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>  
Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru) Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

## **13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для обучающихся, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

### **13.2. Учебно-наглядные пособия:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам дисциплины, наглядные пособия.

### **13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, USB-портами, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет, беспроводная точка доступа в локальную сеть и сеть Интернет.

### **13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам дисциплины.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам дисциплины; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

### **13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения**

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---|--|
| 1     | Неисключительная лицензия на использование Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprise<br>В составе:<br><br>41) В составе Microsoft Office Professional Plus | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 657 комплектов.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907<br>Каждый комплект включает:<br>1) Лицензию на комплекс для создания презентаций, электронных текстов и таблиц, обработки баз данных Microsoft Office.<br>2) Лицензию для | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии |
|-------|---|---------------------------------------|--|----------------------------------|
|       | 2019: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> 42) Microsoft Core CAL<br>43) Microsoft Windows Upgrade |                                       | подключения пользователей к серверным системам Microsoft: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exchange Server Standard,</li> <li>• Exchange Server Enterprise,</li> <li>• SharePoint Server,</li> <li>• Skype для бизнеса Server,</li> <li>• Windows MultiPoint Server Premium,</li> <li>• Windows Server Standard,</li> <li>• Windows Server Data Center</li> </ul> 3) Лицензию на обновление операционной системы для рабочих станций Windows 10. Дополнительно на ВУЗ предоставляется право на использование 1 (одной) лицензии средств разработки в рамках учебных компьютеров одного технического, естественнонаучного факультета (кафедры) и предоставления студентам для целей обучения Azure Dev Tools for Teaching. Количество активаций неограниченно в рамках подразделения. |                                  |
| 2     | Неисключительная лицензия на использование Учебный Комплект Компас-3D v18 на 50 мест. Проектирование и  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2 лицензии на учебный комплект программного обеспечения для проектирования и конструирования в машиностроении,   | бессрочно                        |

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|---------------------------------------|---|--|
|       | конструирование в машиностроении, лицензия.   |                                       | рассчитанные на активацию на 50 мест каждая.  |  |
| 3     | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (одна) сетевая лицензия на 200 пользователей  | бессрочно  |
| 4     | Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition Legalization GetGenuine Legalization  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 150 лицензий. Соглашение Microsoft OLV № V6159937   | бессрочно  |
| 5     | Неисключительная лицензия на использование SysCtrDatactrCore ALNG LicSAPk OLVS 16License E 1Y AcademicEdition Additional Product CoreLic<br>Предоставляет право на использование продуктов Microsoft: Configuration Manager Data Protection Manager Endpoint Protection Operations Manager Orchestrator Service Manager Virtual Machine Manager | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (один) комплект, включающий 16 (шестнадцать) лицензий для активации на 16 (шестнадцати) физических процессорных ядрах. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|--|--|--|---|
| 6     | <p>Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP</p> <p>Приложения в составе подписки:<br/>Outlook<br/>OneDrive<br/>Word<br/>Excel<br/>PowerPoint<br/>Microsoft Teams</p>                    | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа.<br/>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 7.    | <p>Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft</p> <p>Приложения в составе подписки:<br/>Outlook<br/>OneDrive<br/>Word<br/>Excel<br/>PowerPoint<br/>Microsoft Teams</p>              | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>26280 лицензий для студентов ВУЗа.<br/>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p>                             | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 8.    | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License</p> <p>По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах</p>  | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий                         | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---|--|
| 9.    | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 20 лицензий для виртуальных и облачных сред | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 10.   | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов                           | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2000 лицензий для почтовых серверов         | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

#### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки |
|--|--|----------------------------------|
| <b>Раздел 1. Основные понятия и общие положения механической и механохимической активации твердых тел. Методы исследования активированных минералов.</b> | <b>Знает:</b><br>– алгоритм и специфику организации схем механической активации и механохимической переработки редкометалльного сырья;<br>– факторы, влияющие на эффективность механического воздействия на кристаллическую структуру веществ;<br>– методы изучения структуры активированного твердого тела ;<br>– современное измельчительное оборудование и реализуемый в нем вид механического воздействия. | Оценка за контрольную работу №1  |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить поиск научно-технической и патентной литературы по методам интенсификации процессов разложения редкометалльного сырья с помощью механической активации;</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками практического применения знаний о возможностях механической активации для интенсификации методов разложения, выщелачивания редкометалльного сырья или механохимического синтеза соединений редких металлов.</li> </ul> <p>–</p>   |  |
| <p><b>Раздел 2</b><br/> <b>Применение механической активации в процессах разложения минералов и выщелачивания твердой фазы</b></p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– факторы, влияющие на эффективность механического воздействия на кристаллическую структуру веществ;</li> <li>– методы изучения структуры активированного твердого тела;</li> <li>– современное измельчительное оборудование и реализуемый в нем вид механического воздействия;</li> <li>– взаимосвязь между типом механического воздействия и изменениями в кристаллической структуре в зависимости от типа кристаллической решетки минерала.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить поиск научно-технической и патентной литературы по методам интенсификации процессов разложения редкометалльного сырья с помощью механической активации;</li> <li>– обосновать выбор и режимы работы измельчительного оборудования для механической (механохимической) активации минерала с учетом его кристаллической структуры;</li> <li>– интерпретировать результаты РФА, ДТА и др. методов, используемых для анализа изменений в кристаллической структуре под действием механической активации.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками интерпретации результатов анализа кристаллической структуры редкометалльного сырья;</li> <li>– навыками практического применения знаний о применении механической активации для интенсификации методов разложения и</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №2</p> |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | <p>выщелачивания редкометалльного сырья, а также о возможностях механохимического синтеза соединений редких металлов</p> <p>–</p>  |  |
| <p><b>Раздел 3.</b><br/><b>Механохимические реакции в неорганических системах</b></p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– алгоритм и специфику организации схем механической активации и механохимической переработки редкометалльного сырья;</li> <li>– взаимосвязь между типом механического воздействия и изменениями в кристаллической структуре в зависимости от типа кристаллической решетки минерала.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить поиск научно-технической и патентной литературы по интенсификации процессов разложения редкометалльного сырья с помощью механической активации;</li> <li>– обосновать выбор и режимы работы измельчительного оборудования для механической (механохимической) активации минерала с учетом его кристаллической структуры;</li> <li>– интерпретировать результаты РФА, ДТА и др. методов, используемых для анализа изменений в кристаллической структуре под действием механической активации.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками интерпретации результатов анализа кристаллической структуры редкометалльного сырья;</li> <li>– навыками практического применения знаний о применении механической активации для интенсификации методов разложения и выщелачивания редкометалльного сырья, а также о возможностях механохимического синтеза соединений редких металлов.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу № 3.</p> |



## **15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
«Нетрадиционная переработка редкометалльного сырья»**

**основной образовательной программы**

**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

код и наименование направления подготовки (специальности)

**специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного  
цикла»**

наименование ООП

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
| 2.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
| 3.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
| 4.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКСТРАКЦИОННЫХ  
РАВНОВЕСИЙ»**

**Специальность 18.05.02 Химическая технология материалов  
современной энергетики**

**Специализация № 1 – «Химическая технология материалов ядерного  
топливного цикла»**

**Квалификация «инженер»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2020 г**

Программа составлена:

доктором химических наук, профессором, зав. кафедрой технологии редких элементов и наноматериалов на их основе С.И. Степановым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе «10» марта 2020, протокол № 14.

## СОДЕРЖАНИЕ

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | Цели и задачи дисциплины   | 4  |
| 2.    | Требования к результатам освоения дисциплины   | 4  |
| 3.    | Объем дисциплины и виды учебной работы   | 5  |
| 4.    | Содержание дисциплины  | 6  |
| 4.1.  | Разделы дисциплины и виды занятий  | 6  |
| 4.2.  | Содержание разделов дисциплины   | 7  |
| 5.    | Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины  | 8  |
| 6.    | Практические и лабораторные занятия  | 10 |
| 6.1.  | Практические занятия. Примерные темы практических занятий по дисциплине  | 10 |
| 6.2.  | Лабораторные занятия   | 10 |
| 7.    | Самостоятельная работа   | 10 |
| 8.    | Примеры оценочных средств для контроля освоения дисциплины   | 11 |
| 8.1.  | Примерная тематика реферативно-аналитической работы  | 11 |
| 8.2.  | Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины   | 11 |
| 9.    | Учебно-методическое обеспечение дисциплины   | 14 |
| 9.1.  | Рекомендуемая литература   | 14 |
| 9.2.  | Рекомендуемые источники научно-технической информации  | 14 |
| 9.3.  | Средства обеспечения освоения дисциплины   | 14 |
| 10.   | Методические указания для обучающихся  | 15 |
| 10.1  | Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                | 15 |
| 10.2  | Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                 | 16 |
| 11.   | Методические указания для преподавателей   | 16 |
| 11.1. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий | 16 |
| 11.2. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий  | 17 |
| 12.   | Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе  | 17 |
| 13.   | Материально-техническое обеспечение дисциплины   | 27 |
| 13.1. | Оборудование, необходимое в образовательном процессе:  | 28 |
| 13.2. | Учебно-наглядные пособия   | 28 |
| 13.3. | Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства  | 28 |
| 13.4. | Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы  | 28 |
| 13.5. | Перечень лицензионного программного обеспечения  | 28 |
| 14.   | Требования к оценке качества освоения программы  | 32 |
| 15.   | Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья                                 | 35 |

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой технологии редких элементов и наноматериалов на их основе РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Математическое моделирование экстракционных равновесий» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающийся имеет теоретическую и практическую подготовку в области физической химии, радиохимии, физико-химических методов анализа, химии редких и рассеянных элементов, химии и технология редких металлов и урана.

**Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний по основам математического моделирования экстракционных процессов с использованием современных представлений о термодинамике химической системы, а также о физико-химии экстракционных процессов, базирующейся на современных теориях растворов и последних достижениях физической химии по определению и расчету термодинамической активности компонентов.

**Задачи дисциплины** – дать знания в области расчета основных термодинамических параметров экстракционных процессов, протекающих по различным механизмам экстракции; обучить работе с прикладными программами для математического моделирования экстракционных равновесий; привить навыки в интерпретации химии экстракционной системы на основе полученных математических моделей.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины "Математическое моделирование экстракционных равновесий" при подготовке инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», направлено на приобретение следующих компетенций:

### **Профессиональные компетенции (ПК):**

- способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3)

### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

#### **Знать:**

- термодинамику водных растворов электролитов и неводных растворов экстракционных систем;
- методы определения термодинамических параметров экстракционных систем;
- методы определения состава экстрагируемых соединений;
- основные механизмы экстракционных процессов и описывающие их 3ДМ уравнения;
- методы расчета свойств экстракционной системы на основе параметров математического моделирования экстракционных равновесий;

- программное обеспечение для расчета термодинамических характеристик растворов электролитов и математического моделирования экстракционных равновесий в системах с редкими металлами.;
- процедуру использования полученных расчетным путем параметров экстракционной системы для технологических расчетов в производственных экстракционных процессах.

**Уметь:**

- осуществлять поиск информации по методам моделирования экстракционных равновесий;
- применять полученные знания для моделирования экстракционных равновесий в изучаемых экстракционных системах, проводить анализ и обработку полученных экспериментальных данных с приборов, оборудования и экспериментальных установок;
- проводить необходимые физико-химические расчеты с использованием математического аппарата, заложенного в программное обеспечение
- применять данные математического моделирования экстракционных равновесий с редкими, рассеянными и радиоактивными элементами для совершенствования их экстракционной технологии.

**Владеть:**

- навыками поиска и нахождения научно-технической информации в области химии, физической химии, технологии и инженерного обеспечения экстракции редких металлов;
- навыками работы с программным обеспечением для математического моделирования экстракционных равновесий в системах с редкими металлами;
- навыками анализа результатов моделирования, на основании которого проводится определение состава наиболее вероятных экстрагируемых соединений;
- навыками анализа основных технических и технологических решений при описании известных и разработке новых экстракционных равновесий в системах с редкими металлами.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                          | 10 семестр          |                 |
|--|---------------------|-----------------|
|  | В зач.ед.           | В академ. часах |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>         | <b>4</b>            | <b>144</b>      |
| <b>Контактная работа (КР):</b>               | <b>1,33</b>         | <b>48</b>       |
| Лекции                                       | 0,44                | 16              |
| Практические (семинарские) занятия (ПЗ)      | 0,89                | 32              |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>          | <b>2,67</b>         | <b>96</b>       |
| Контактная самостоятельная работа            | 2,67                | 0,2             |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |                     | 95,8            |
| <b>Вид контроля: зачет</b>                   |                     | +               |
| <b>Вид итогового контроля</b>                | <b><u>зачет</u></b> |                 |

| Виды учебной работы                          | 10 семестр   |                 |
|--|--------------|-----------------|
|  | В зач.ед.    | В астрон. часах |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>         | <b>4</b>     | <b>108</b>      |
| <b>Контактная работа (КР):</b>               | <b>1,33</b>  | <b>36</b>       |
| Лекции                                       | 0,44         | 12              |
| Практические занятия (ПЗ)                    | 0,89         | 24              |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>          | <b>2,67</b>  | <b>72</b>       |
| Контактная самостоятельная работа            | 2,67         | 0,15            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |              | 71,85           |
| <b>Вид контроля : зачет</b>                  |              | +               |
| <b>Вид итогового контроля</b>                | <b>зачет</b> |                 |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п    | Раздел дисциплины   | Часов     |          |                  |                   |
|----------|---|-----------|----------|------------------|-------------------|
|          |   | Всего     | Лекции   | Практич. занятия | Самостоят. работа |
|          | Введение  | 4         | 1        | -                | 3                 |
| <b>1</b> | <b>Раздел 1. Термодинамика экстракции</b>   | <b>44</b> | <b>5</b> | <b>8</b>         | <b>31</b>         |
| 1.1      | Фазовые и химические равновесия   | 8         | 1        | -                | 7                 |
| 1.2      | Термодинамика водных и неводных растворов электролитов  | 18        | 2        | 4                | 12                |
| 1,3      | Определение состава соединений в органической фазе  | 18        | 2        | 4                | 12                |
| <b>2</b> | <b>Раздел 2. Математическое моделирование изотерм экстракции</b>  | <b>44</b> | <b>6</b> | <b>8</b>         | <b>30</b>         |
| 2.1      | Физическое распределение  | 14        | 2        | 2                | 10                |
| 2.2      | Экстракция по механизмам присоединения, анионного и катионного обмена. Экстракция нескольких соединений по различным механизмам | 14        | 2        | 2                | 10                |
| 2.3      | Синергетная экстракция редких и радиоактивных металлов смесями двух экстрагентов  | 16        | 2        | 4                | 10                |
| <b>3</b> | <b>Раздел 3. Программное обеспечение для математического моделирования экстракционных равновесий</b>                            | <b>52</b> | <b>4</b> | <b>16</b>        | <b>32</b>         |



|  |                           |            |           |           |           |
|--|---------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|
|  | <b>зачет (10 семестр)</b> | +          |           |           |           |
|  | <b>ИТОГО</b>              | <b>144</b> | <b>16</b> | <b>32</b> | <b>96</b> |

#### 4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение.

Общие сведения. Экстракция в технологии редких и радиоактивных элементов. Необходимость математического моделирования экстракционных равновесий для радиоактивных элементов.

#### **Раздел 1. Термодинамика экстракции.**

##### Фазовые и химические равновесия.

Правило фаз. Константа распределения. Константа экстракции. Термодинамическая активность. Коэффициент активности. Уравнение Дебая-Хюккеля и его приближения. Термодинамическая и концентрационная константа экстракции.

##### 1.2. Термодинамика водных и неводных растворов электролитов.

Термодинамическая активность электролитов в водных растворах. Бинарные растворы. Осмотический коэффициент. Многокомпонентные растворы. Уравнение Гиббса-Дюгема. Правило Микулина. Теория изопиестических растворов Фролова.

Отклонения от идеальности в неводных растворах. Регулярные растворы. Решеточные растворы. Эмпирические параметры полярности растворителей. Ассоциация в органической фазе. Гидратация компонентов в органической фазе. Концентрационные коэффициенты активности. Влияние гидратации на коэффициенты активности.

##### 1.3. Определение состава соединений в органической фазе.

Сольватные числа. Метод насыщения. Криоскопический метод. Метод сдвига равновесия. Метод изомольных серий. Степень гидратации. Расчет линейных и нелинейных изотерм гидратации и соответствующих им степеней гидратации.

#### **Раздел 2. Математическое моделирование изотерм экстракции.**

##### 2.1. Физическое распределение.

Уравнение ЗДМ для термодинамической константы распределения. Вывод уравнения ЗДМ с учетом гидратации компонентов органической фазы. Расчет термодинамической и концентрационной констант распределения для экстракции по механизму физического распределения.

##### 2.2. Экстракция по механизмам присоединения, анионного и катионного обмена. Экстракция нескольких соединений по различным механизмам.

Экстракция по механизмам присоединения. Сольватный и гидратно-сольватный механизмы экстракции. Уравнения ЗДМ для термодинамической константы экстракции по механизмам присоединения. Вывод уравнений ЗДМ с учетом гидратации компонентов органической фазы для экстракции по механизмам присоединения.

Экстракция по механизмам анионного и катионного обмена. Анионообменный механизм экстракции. Уравнение ЗДМ для термодинамической константы анионообменной экстракции. Вывод уравнения ЗДМ с учетом гидратации компонентов органической фазы для экстракции по механизму анионного обмена. Катионообменный механизм экстракции. Уравнение ЗДМ для термодинамической константы катионообменной экстракции. Вывод уравнения ЗДМ с учетом гидратации компонентов органической фазы для экстракции по механизму катионного обмена.

Экстракция нескольких соединений по различным механизмам. Физико-химический анализ экстракционных систем при экстракции нескольких соединений распределяемого компонента. Уравнения ЗДМ для экстракции нескольких соединений по различным механизмам.

### 2.3. Синергетная экстракция редких, рассеянных и радиоактивных металлов смесями двух экстрагентов.

Механизмы синергетной экстракции. Уравнения ЗДМ для термодинамической константы синергетной экстракции одного компонента смесью двух экстрагентов. Вывод системы уравнений для расчета термодинамических констант синергетной экстракции соединений различного состава одного распределяемого компонента в смеси двух экстрагентов с учетом гидратации компонентов органической фазы.

### **Раздел 3. Программное обеспечение для математического моделирования экстракционных равновесий**

Программное обеспечение для расчета коэффициентов активности компонентов бинарных растворов и активности воды «APREL»

Программное обеспечение для расчета плотности многокомпонентных водных растворов электролитов по данным об их бинарных растворах «ПЛОТНОСТЬ».

Программное обеспечение для расчета коэффициентов активности электролитов в многокомпонентных смешанных водных растворах и активности воды на основе закона Здановского, программа «ZDAN».

Программное обеспечение для моделирования изотермы экстракции одного распределяемого компонента в органический раствор одного экстрагента «EXTREQ».

Программное обеспечение для моделирования изотермы экстракции одного распределяемого компонента в органический раствор смеси двух экстрагентов «EXTREQ-2».

### **5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

| № | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:   | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 |
|---|--|----------|----------|----------|
|   | <b>Знать:</b>  |          |          |          |
| 1 | – термодинамику водных растворов электролитов и неводных растворов экстракционных систем;  | +        |          |          |
| 2 | – методы определения термодинамических параметров экстракционных систем;   | +        |          |          |
| 3 | – методы определения состава экстрагируемых соединений;  | +        |          |          |
| 4 | – основные механизмы экстракционных процессов и описывающие их ЗДМ уравнения   |          | +        |          |
| 5 | – методы расчета свойств экстракционной системы на основе параметров математического моделирования экстракционных равновесий   |          | +        | +        |
| 6 | – программное обеспечение для расчета термодинамических характеристик растворов электролитов и математического моделирования экстракционных равновесий в системах с редкими металлами. |          |          | +        |
| 7 | – процедуру использования полученных расчетным путем параметров экстракционной системы для технологических расчетов в производственных экстракционных                                  |          | +        | +        |

|  |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
|  | процессах   |   |   |   |
|  | <b>Уметь:</b>   |   |   |   |
| 8  | – осуществлять поиск информации по методам моделирования экстракционных равновесий;   | + |   |   |
| 9  | – применять полученные знания для моделирования экстракционных равновесий в изучаемых экстракционных системах, проводить анализ и обработку полученных экспериментальных данных с приборов, оборудования и экспериментальных установок; | + | + | + |
| 10   | – проводить необходимые физико-химические расчеты с использованием математического аппарата, заложенного в программное обеспечение  |   | + | + |
| 11   | – применять данные математического моделирования экстракционных равновесий с редкими, рассеянными и радиоактивными элементами для совершенствования их экстракционной технологии.   |   | + | + |
|  | <b>Владеть:</b>   |   |   |   |
| 12   | – навыками поиска и нахождения научно-технической информации в области химии, физической химии, технологии и инженерного обеспечения экстракции редких металлов.  | + |   |   |
| 13   | – навыками работы с программным обеспечением для математического моделирования экстракционных равновесий в системах с редкими металлами;  |   | + | + |
| 14   | – навыками анализа результатов моделирования, на основании которого проводится определение состава наиболее вероятных экстрагируемых соединений;  |   | + | + |
| 15   | – навыками анализа основных технических и технологических решений при описании известных и разработке новых экстракционных равновесий с редкими металлами.  |   | + | + |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен приобрести следующие <b>компетенции:</b> |   |   |   |   |
|  | <b>Профессиональные:</b>  |   |   |   |
| 16   | – способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);                      | + | + | + |
| 17   | – способность анализировать технологический процесс, выявлять его   | + | + | + |

|  |   |  |  |  |
|--|---|--|--|--|
|  | недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3); |  |  |  |
|--|---|--|--|--|

## 6 ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1 Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине

Предусмотрены практические занятия обучающегося в 10 семестре специалитета в объеме 32 акад. ч. (8 занятий по 4 часа).

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий   | Часов |
|-------|----------------------|---|-------|
| 1     | 1.2                  | Термодинамика водных растворов электролитов   | 4     |
| 2     | 1.3                  | Определение состава соединений в органической фазе  | 4     |
| 3     | 2.1, 2.2             | Уравнения ЗДМ для экстракции нескольких соединений по различным механизмам. Вывод системы уравнений для расчета термодинамических констант экстракции компонентов по различным механизмам с учетом гидратации компонентов в органической фазе | 4     |
| 4     | 2.3                  | Синергетная экстракция редких и радиоактивных металлов смесями двух экстрагентов  | 4     |
| 5     | 3                    | Программное обеспечение для расчета коэффициентов активности компонентов бинарных растворов и активности воды «APREL» и расчета плотности многокомпонентных водных растворов электролитов по данным об их бинарных растворах «ПЛОТНОСТЬ».     | 4     |
| 6     | 3                    | Программное обеспечение для расчета коэффициентов активности электролитов в многокомпонентных смешанных водных растворах и активности воды на основе закона Здановского, программа «ZDAN».  | 4     |
| 7     | 3                    | Программное обеспечение для моделирования изотермы экстракции одного распределяемого компонента в органический раствор одного экстрагента «EXTREQ».   | 4     |
| 8     | 3                    | Программное обеспечение для моделирования изотермы экстракции одного распределяемого компонента в органический раствор смеси двух экстрагентов «EXTREQ-2».  | 4     |
| ИТОГО |                      |   | 32    |

### 6.2 Лабораторные занятия

Учебным планом дисциплины лабораторные занятия не предусмотрены

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины «Математическое моделирование экстракционных равновесий» предусмотрена самостоятельная работа обучающегося в специалитете в объеме 96 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

– регулярную проработку пройденного на лекциях и семинарских занятиях учебного материала и подготовку к изучению последующих разделов дисциплины;

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня.
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ;

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы**

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

### **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля успеваемости в 10 семестре по дисциплине «Математическое моделирование экстракционных равновесий» предусмотрено 3 контрольных работы, которые выполняются после прохождения каждого раздела. Максимальная оценка за контрольные работы №1 и №2 составляет по 30 баллов за каждую, контрольная работа № 3 оценивается в 40 баллов. Максимальная оценка за выполнение всех контрольных работ составляет 100 баллов.

#### **Контрольная работа № 1**

**Выполняется по материалам раздела 1 дисциплины. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 15 баллов.**

#### **Примеры вопросов к контрольной работе № 1.**

1. Правило фаз.
2. Константа распределения. Константа экстракции.
3. Термодинамическая активность.
4. Коэффициент активности.
5. Уравнение Дебая-Хюккеля и его приближения.
6. Термодинамическая и концентрационная константы экстракции.
7. Термодинамическая активность электролитов в водных растворах.
8. Бинарные растворы.
9. Осмотический коэффициент.
10. Многокомпонентные растворы.
11. Уравнение Гиббса-Дюгема.
12. Правило Микулина.
13. Теория изоэстических растворов Фролова.
14. Отклонения от идеальности в неводных растворах.
15. Регулярные растворы.
16. Решеточные растворы.
17. Эмпирические параметры полярности растворителей.
18. Ассоциация в органической фазе.
19. Гидратация компонентов в органической фазе.

20. Концентрационные коэффициенты активности.
21. Влияние гидратации на коэффициенты активности.
22. Сольватные числа.
23. Метод насыщения.
24. Криоскопический метод.
25. Метод сдвига равновесия.
26. Метод изомолярных серий.
27. Степень гидратации.
28. Расчет линейных и нелинейных изотерм гидратации и соответствующих им степеней гидратации.

### Контрольная работа №2

**Выполняется по материалу раздела 2 дисциплины. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 15 баллов.**

#### **Примеры вопросов к контрольной работе № 2**

1. Уравнение ЗДМ для термодинамической константы распределения.
2. Вывод уравнения ЗДМ с учетом гидратации компонентов органической фазы.
3. Расчет термодинамической и концентрационной констант распределения для экстракции по механизму физического распределения.
4. Экстракция по механизмам присоединения.
5. Сольватный и гидратно-сольватный механизмы экстракции.
6. Уравнения ЗДМ для термодинамической константы экстракции по механизмам присоединения.
7. Экстракция по механизмам анионного и катионного обмена.
8. Анионообменный механизм экстракции. Уравнение ЗДМ для термодинамической константы анионообменной экстракции.
9. Вывод уравнения ЗДМ с учетом гидратации компонентов органической фазы для экстракции по механизму анионного обмена.
10. Катионообменный механизм экстракции. Уравнение ЗДМ для термодинамической константы катионообменной экстракции.
11. Физико-химический анализ экстракционных систем при экстракции нескольких соединений распределяемого компонента.
12. Уравнения ЗДМ для экстракции нескольких соединений по различным механизмам.
13. Вывод системы уравнений для расчета термодинамических констант экстракции компонентов по различным механизмам с учетом гидратации компонентов в органической фазе.
14. Вывод уравнения для проверки адекватности полученных моделей изотерм экстракции по данным о распределении воды в органическую фазу.
15. Синергетная экстракция редких, рассеянных и радиоактивных металлов смесями двух экстрагентов.
16. Механизмы синергетной экстракции. Уравнения ЗДМ для термодинамической константы синергетной экстракции одного компонента смесью двух экстрагентов.
17. Вывод системы уравнений для расчета термодинамических констант синергетной экстракции соединений различного состава одного распределяемого компонента в смеси двух экстрагентов с учетом гидратации компонентов органической фазы.

### Контрольная работа № 3

**Выполняется по материалам разделов № 1 , №2 и №3 дисциплины. Максимальная оценка – 40 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов.**

### Примеры вопросов к контрольной работе № 3.

1. Экстракция: определение. Правило фаз. Термодинамическое условие экстракционного равновесия.
2. Изотерма экстракции. Графическое и математическое изображение для случаев экстракции электролитов и неэлектролитов.
3. Коэффициент распределения. Коэффициент разделения. Степень экстракции.
4. Специфика процессов экстракции неорганических веществ. Закон действующих масс. Константа равновесия.
5. 3 вида константы равновесия. Высаливание.
6. Кинетика экстракции. Основные положения модели Льюиса-Уитмена. Коэффициенты массоотдачи и массопередачи.
7. Классификация экстрагентов и химизм экстракции экстрагентами различных классов.
8. Кислые экстрагенты: фосфорорганические и карбоновые кислоты, хелатирующие экстрагенты. Механизм экстракции. Примеры.
9. Нейтральные экстрагенты: фосфорсодержащие, карбонилсодержащие экстрагенты, сульфоксиды. Механизм экстракции металлов. Сольватное число. Примеры.
10. Экстракция кислот нейтральными экстрагентами. Гидрато-сольватный механизм.
11. Основные экстрагенты: первичные, вторичные и третичные амины, Механизм экстракции. Примеры.
12. Экстракция: определение. Правило фаз. Термодинамическое условие экстракционного равновесия.
13. Изотерма экстракции. Графическое и математическое изображение для случаев экстракции электролитов и неэлектролитов.
14. Коэффициент распределения. Коэффициент разделения. Степень экстракции.
15. Специфика процессов экстракции неорганических веществ. Закон действующих масс. Константа равновесия.
16. 3 вида константы равновесия. Высаливание.
17. Кинетика экстракции. Основные положения модели Льюиса-Уитмена. Коэффициенты массоотдачи и массопередачи.
18. Классификация экстрагентов и химизм экстракции экстрагентами различных классов.
19. Кислые экстрагенты: фосфорорганические и карбоновые кислоты, хелатирующие экстрагенты. Механизм экстракции. Примеры.
20. Нейтральные экстрагенты: фосфорсодержащие, карбонилсодержащие экстрагенты, сульфоксиды. Механизм экстракции металлов. Сольватное число. Примеры.
21. Экстракция кислот нейтральными экстрагентами. Гидрато-сольватный механизм.
22. Основные экстрагенты: первичные, вторичные и третичные амины, Механизм экстракции. Примеры.
23. Четвертичные аммониевые основания и их соли. Механизм экстракции. Примеры.
24. Экстракция металлов алкиламинами по механизму присоединения и замещения. Примеры.
25. Бинарные экстрагенты. Механизм экстракции соединений различной природы.
26. Синергетный и антагонистический эффекты при экстракции смесями экстрагентов.
27. Супрамолекулярные экстрагенты.
28. Краун-эфиры. Реакция «гость – хозяин»
29. Требования, предъявляемые к экстрагентам и разбавителям в технологии.
30. Экстракция из растворов, многокомпонентных по металлу.
31. Коллоидно-химический аспект экстракции неорганических соединений
32. ТВЭКСы и импрегнаты. Экстракция в множественные эмульсии.
33. Реэкстракция металлов из экстрагентов различных классов.



34. Сверхкритическая флюидная экстракция.
35. Программное обеспечение для математического моделирования экстракционных равновесий.
36. Программное обеспечение для расчета коэффициентов активности компонентов бинарных растворов и активности воды «APREL».
37. Программное обеспечение для расчета плотности многокомпонентных водных растворов электролитов по данным об их бинарных растворах «ПЛОТНОСТЬ».
38. Программное обеспечение для расчета коэффициентов активности электролитов в многокомпонентных смешанных водных растворах и активности воды на основе закона Здановского, программа «ZDAN».
39. Программное обеспечение для моделирования изотермы экстракции одного распределяемого компонента в органический раствор одного экстрагента «EXTREQ».
40. Программное обеспечение для моделирования изотермы экстракции одного распределяемого компонента в органический раствор смеси двух экстрагентов «EXTREQ-2».

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Рекомендуемая литература**

#### ***А. Основная литература:***

1. Основы жидкостной экстракции / Под ред. Г.А. Ягодина. М., Химия, 1981. 400 с.

#### ***Б. Дополнительная литература:***

1. Степанов С.И., Чекмарев А.М. Экстракция редких металлов солями четвертичных аммониевых оснований. М., ИздАТ, 2004. 345 с.
2. Вопросы физической химии растворов электролитов. /Под ред. Г.И. Микулина. Л., Химия, 1968. – 418 с.
3. Р. Робинсон, Р. Стокс. Растворы электролитов. М., Издательство, 1963. 646 с.
4. Золотов Ю.А., Иофа Б.З., Чучалин Л.К.. Экстракция галогенидных комплексов металлов. М., Из-во «Наука». 1973. 378 с.
5. Вольдман Г. М.. Основы экстракционных и ионообменных процессов гидрометаллургии. М., Металлургия. 1982. 376 с.
6. Шмидт В.С.. Экстракция аминами. М., Атомиздат. 2-е изд., 1980.312 с.
7. Фролов Ю.Г. Элементы теории смешанных изоактивных растворов электролитов // Успехи химии. 1981. Т.50, вып.3. С.429-459.
8. Фролов Ю.Г., Белик В.В. Физическая химия /Под ред. Ю. Г. Фролова. Учебное пособие для вузов. М., Химия, 1993. 464 с.

### **9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Журналы

1. Атомная энергия. ISSN:0004-7163
2. Atomic Energy. ISSN 1063-4258
3. Бюллетень по атомной энергии. ISSN 1811-7864

### **9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- электронные лекции по курсу;
- компьютерные презентации интерактивных лекций;

- пособие в 2-х частях по всей дисциплине;
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины.

При переходе на электронное обучение (ЭО) и дистанционные образовательные технологии (ДОТ) для реализации рабочей программы применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения дисциплины:

- электронная информационно-образовательная среда РХТУ (ЭИОС);
- сервисы по доставке e-mail сообщений;
- платформа для проведения онлайн конференций и вебинаров – Zoom (<https://zoom.us>).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 07.02.2020).

- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/94/91/6/67> (дата обращения: 18.01.2019).

- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 07.02.2020).

При освоении дисциплины обучающие должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 07.02.2020).

- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 18.01.2019).

- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 07.02.2020).

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в специалитете направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по курсу.

Дисциплина «Математическое моделирование экстракционных равновесий» включает 3 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с

указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование экстракционных процессов» включает в себя лекционные и практические занятия. При самостоятельной подготовке к практическим занятиям и контрольным работам обучающийся должен руководствоваться следующими основными принципами: сочетание в работе не только общепризнанных теоретических и практических положений и сведений, но и результатов новейших разработок в области программного обеспечения и математического моделирования процессов экстракция редких, рассеянных и радиоактивных металлов.

Самостоятельная работа представляет особые трудности для обучающихся. Эта работа является внеаудиторной и проводится без непосредственного участия преподавателя.

Самостоятельная работа должна оказывать важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся сам определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием по каждой дисциплине. Он выполняет внеаудиторную работу по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени, организованности и других условий.

В соответствии с учебным планом, изучение дисциплины завершается итоговым контролем в форме зачета по результатам выполнения контрольных работ.

Максимальная оценка за выполнение 3 контрольных работ по дисциплине составляет 100 баллов, что входит в 100 баллов,, составляющих максимальную оценку работы за 10 семестр.

## **10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### **11.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Дисциплина «Математическое моделирование экстракционных равновесий» изучается в 10 семестре специалитета.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что обучающиеся имеют общую подготовку по общенаучным, общеинженерным дисциплинам и основным профессиональным дисциплинам специальности в объеме, предусмотренном учебным планом специалитета, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал дисциплины должен опираться на полученные знания и быть ориентирован на их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями.

Обучение может быть организовано как в виде традиционных лекций и практических занятий, так и научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений. На

занятиях должна прослеживаться взаимосвязь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Математическое моделирование экстракционных равновесий», является формирование у обучающихся компетенций в области обращения с отработавшим ядерным топливом и образующимися при его переработке радиоактивными отходами. Преподаватель должен акцентировать внимание обучающихся на изучение технологических аспектов основных действующих предприятий и решения проблем на завершающей стадии замыкания ядерного топливного цикла, включая разработки новых технологий водной и неводной переработки отработавшего ядерного топлива, извлечения из него делящихся материалов, редких элементов и других ценных радионуклидов, а также обращение с жидкими, твердыми и газообразными радиоактивными отходами всех классов активности. При выборе материала для занятий желательнее обращаться к опыту ведущих зарубежных и отечественных научно-исследовательских центров, использовать их научные, информационные и рекламные материалы и проводить их сравнительный анализ.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по дисциплине является широкое использование наглядных пособий и иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники, каталогов фирм и предприятий. Иллюстративный материал включает презентации по разделам дисциплины, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

### **11.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; лабораторные работы, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; онлайн консультации по курсовому проектированию; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается) и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн.

## **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который

обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2020 составляет 1 715 452 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

### Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

| № | Электронный ресурс                           | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей   | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором  |
|---|--|---|--|
| 1 | Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ» | <p>Принадлежность - сторонняя<br/> Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г.<br/> Сумма договора – 642 083-68<br/> Срок действия с «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Дополнительный Договор № 33.03-Р-3.1-2217/2020 от 02.03.2020 г.<br/> Сумма договора- 30 994-52<br/> Срок действия с «02» марта 2020 г. по «25» сентября 2020 г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> | <p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки"-изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика»-изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент»- изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|   |   | <p>Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020</p> <p>Сумма договора – 747 661-28</p> <p>Срок действия Договора с «26» сентября 2020г. по «25» сентября 2021г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p> |   |
| 2 | <p>Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)</p> | <p>Принадлежность – собственная РХТУ.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a></p> <p>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера</p>   | <p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>   |
| 3 | <p>Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».</p>    | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 189-2647А/2019 От 09.01.2020 г.</p> <p>Сумма договора – 601110-00 С «01» января.2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a></p> <p>Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.</p>           | <p>Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД</p>  |
| 4 | <p>Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ).</p>  | <p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Реквизиты договора – ФГБУ РГБ, Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020</p> <p>Сумма договора - 398 840-00 С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a></p> <p>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.</p>   | <p>В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая</p> |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|   |   |  | работы по медицине и фармации.  |
| 5 | БД ВИНТИ РАН                                | <p>Принадлежность сторонняя, Реквизиты договора- ВИНТИ РАН<br/> Договор № 33.03-Р-3.1-2047/2019 от 25 февраля 2020 г.<br/> Сумма договора - 100 000-00<br/> С «25» февраля 2020 г. по «24 » февраля 2021 г.<br/> Ссылка на сайт- <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a><br/> Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.</p>          | <p>Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов</p>   |
| 6 | Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru» | <p>Принадлежность – сторонняя<br/> Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека,<br/> договор № 33.03-Р-3.1 2087/2019<br/> Сумма договора – 1100017-00<br/> С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/> Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a><br/> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | <p>Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.</p> |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 7 | Справочно-правовая система «Консультант+»            | <p>Принадлежность сторонняя- Договор № 174-247ЭА/2019 от 26.12.2019 г.<br/>Сумма договора - 927 029-80<br/>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – 50<br/>пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>  | Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.  |
| 8 | Справочно-правовая система Гарант»                   | <p>Принадлежность сторонняя Договор №166-235ЭА/2019 от 23.12.2019 г.<br/>Сумма договора - 603 949-84</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – 50<br/>пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>  | Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.   |
| 9 | Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ" | <p>Принадлежность сторонняя- «Электронное издательство ЮРАЙТ»<br/>Договор № 33.03-Р-3.1-220/2020 от 16.03.2020 г.</p> <p>Сумма договора - 324 000-00</p> <p>С «16» марта 2020 г.<br/>по «15» марта 2021 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> | Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов. |



|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 10 | Электронно-библиотечная система «Консультант студента» | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «Политехресурс»<br/>Договор № 33.03-Р-3.1-218/2020<br/>От «16» марта 2020 г.</p> <p>Сумма договора-36 500-00</p> <p>С «17» марта 2020 г.<br/>по «16» марта 2021 г</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> | Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».                                       |
| 11 | Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»          | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «ЗНАНИУМ»,<br/>Договор № 4309 эбс 33.03-Р-3.1-2215/2020<br/>от «20» марта 2020 г.<br/>Сумма договора-30 000-00</p> <p>С «20» марта 2020 г.<br/>по «19» марта 2021г</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>                | Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования. |
| 12 | Информационно-аналитическая система Science Index      | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «Научная электронная библиотека»<br/>Договор № SIO-364/19 33.03-Р-3.1-2103/2019<br/>от «17» февраля 2020 г.<br/>Сумма договора-90 000-00<br/>Срок действия с «17» февраля 2020 г.<br/>по «16» февраля 2021 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ</p>             | Дистанционная поддержка публикационной активности преподавателей университета  |

|    |                           |   |  |
|----|---------------------------|---|--|
| 13 | Издательство Wiley        | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 694</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации.</p>   | <p>Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.</p>  |
| 14 | QUESTEL ORBIT             | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 09.10.2020 г. № 1162</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://orbit.com">https://orbit.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>  | <p>ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.</p> |
| 15 | American Chemical Society | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 637</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа: <a href="https://pubs.acs.org/page/remotaccess">https://pubs.acs.org/page/remotaccess</a></p> | <p>Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society</p>   |

|    |   |   |  |
|----|---|---|--|
| 16 | База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.07.2020 г. № 712</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Удаленный доступ.</p>   | <p>Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза.</p> <p>Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.</p>   |
| 17 | Ресурсы международной компании Clarivate Analytics                | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 692</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Удаленный доступ.</p> | <p>Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.</p>   |
| 18 | Электронные ресурсы издательства SpringerNature                   | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ.</p>  | <p>- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>- Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group <a href="https://www.nature.com/siteindex/index.html">https://www.nature.com/siteindex/index.html</a></p> <p>- Коллекция научных протоколов по различным</p> |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
|    |  |  | <p>отраслям знаний Springer Protocols<br/> <a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a></p> <p>- Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database)<br/> <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a></p> <p>- Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме</p> <p>- Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH<br/> <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a></p> <p>- Nano Database<br/> <a href="https://goo.gl/PdhJdo">https://goo.gl/PdhJdo</a></p> <p>Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a></p> |
| 19 | База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service  | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 635 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.</p> | <p>SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.</p>   |
| 20 | Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 772 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам. Удаленный доступ.</p>  | <p>«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов.</p> <p>«Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и</p>  |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
|    |  |  | медицинских наук.<br>Доступ к архивам 2015-2019 гг.  |
| 21 | American Institute of Physics (AIP)                          | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 № 1188<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://scitation.aip.org">http://scitation.aip.org</a><br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.scitation.org/remote-access">https://www.scitation.org/remote-access</a>  | Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP).                             |
| 22 | Scopus   | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a> .<br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Удаленный доступ.   | Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER   |
| 23 | Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество) | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a><br>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access">https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access</a> | Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии. |

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов:

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

132. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>

Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

133. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>

В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

134. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>

База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

135. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

136. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

137. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>

Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

138. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>

ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

139. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>

PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

140. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>

Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.

141. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>

Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru) Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

### **13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Основы процессов тонкого разделения» проводятся в форме лекций, практических (семинарских) занятий и самостоятельной работы обучающегося.

#### **13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

#### **13.2. Учебно-наглядные пособия**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам дисциплины.

#### **13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, USB-портами, принтерами, многофункциональными устройствами и программными средствами; мультимедийное проекционное оборудование; веб-камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет; беспроводная точка доступа в локальную сеть и сеть Интернет.

#### **13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам дисциплины.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам дисциплины; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

#### **13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения**

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|--|--|---|---|
| 1     | <p>Неисключительная лицензия на использование Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprise</p> <p>В составе:</p> <p>44) В составе Microsoft Office Professional Plus 2019:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> <p>45) Microsoft Core CAL</p> <p>46) Microsoft Windows Upgrade</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>657 комплектов.</p> <p>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p> <p>Каждый комплект включает:</p> <p>1) Лицензию на комплекс для создания презентаций, электронных текстов и таблиц, обработки баз данных Microsoft Office.</p> <p>2) Лицензию для подключения пользователей к серверным системам Microsoft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exchange Server Standard,</li> <li>• Exchange Server Enterprise,</li> <li>• SharePoint Server,</li> <li>• Skype для бизнеса Server,</li> <li>• Windows MultiPoint Server Premium,</li> <li>• Windows Server Standard,</li> <li>• Windows Server Data Center</li> </ul> <p>3) Лицензию на обновление операционной системы для рабочих станций Windows 10.</p> <p>Дополнительно на ВУЗ предоставляется право на использование 1 (одной) лицензии средств разработки в рамках учебных компьютеров одного технического, естественнонаучного факультета (кафедры) и предоставления</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |



| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---|--|
|       |  |                                       | студентам для целей обучения Azure Dev Tools for Teaching. Количество активаций неограниченно в рамках подразделения.   |  |
| 2     | Неисключительная лицензия на использование Учебный Комплект Компас-3D v18 на 50 мест. Проектирование и конструирование в машиностроении, лицензия.   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2 лицензии на учебный комплект программного обеспечения для проектирования и конструирования в машиностроении, рассчитанные на активацию на 50 мест каждая.     | бессрочно  |
| 3     | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (одна) сетевая лицензия на 200 пользователей  | бессрочно  |
| 4     | Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition Legalization GetGenuine Legalization   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 150 лицензий. Соглашение Microsoft OLV № V6159937   | бессрочно  |
| 5     | Неисключительная лицензия на использование SysCtrDatactrCore ALNG LicSAPk OLVS 16License E 1Y AcademicEdition Additional Product CoreLic Предоставляет право на использование продуктов Microsoft: | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (один) комплект, включающий 16 (шестнадцать) лицензий для активации на 16 (шестнадцати) физических процессорных ядрах. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|--|--|
|       | Configuration Manager<br>Data Protection Manager<br>Endpoint Protection<br>Operations Manager<br>Orchestrator<br>Service Manager<br>Virtual Machine Manager  |                                       |  |  |
| 6     | Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word<br>Excel<br>PowerPoint<br>Microsoft Teams       | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 7.    | Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft<br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word<br>Excel<br>PowerPoint<br>Microsoft Teams | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 26280 лицензий для студентов ВУЗа.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907                             | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 8.    | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах   | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на                              |

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий                         | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|---------------------------------------|---|--|
|       | Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License<br>По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)  |                                       |   | обновлённую версию продукта)   |
| 9.    | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License<br>По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 20 лицензий для виртуальных и облачных сред | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 10.   | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License<br>По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов                           | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2000 лицензий для почтовых серверов         | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

#### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов          | Основные показатели оценки                        | Формы и методы контроля и оценки |
|--------------------------------|---|----------------------------------|
| <b>Раздел 1. Термодинамика</b> | <b>Знает:</b><br>– термодинамику водных растворов | Оценка за                        |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p><b>экстракции</b></p>  | <p>электролитов и неводных растворов экстракционных систем;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы определения термодинамических параметров экстракционных систем;</li> <li>– методы определения состава экстрагируемых соединений;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– осуществлять поиск информации по методам моделирования экстракционных равновесий;</li> <li>– применять полученные знания для моделирования экстракционных равновесий в изучаемых экстракционных системах, проводить анализ и обработку полученных экспериментальных данных с приборов, оборудования и экспериментальных установок;</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками поиска и нахождения научно-технической информации в области химии, физической химии, технологии и инженерного обеспечения экстракции редких металлов.</li> </ul>  | <p>контрольную работу № 1.</p>           |
| <p><b>Раздел 2. Математическое моделирование изотерм экстракции</b></p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные механизмы экстракции редких металлов и описывающие их 3ДМ уравнения;</li> <li>– методы расчета свойств экстракционной системы на основе параметров математического моделирования экстракционных равновесий;</li> <li>– процедуру использования полученных расчетным путем параметров экстракционной системы для технологических расчетов в производственных экстракционных процессах;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить необходимые физико-химические расчеты с использованием математического аппарата, заложенного в программное обеспечение;</li> <li>– применять полученные знания для моделирования экстракционных равновесий в изучаемых экстракционных системах, проводить анализ и обработку полученных экспериментальных данных с приборов, оборудования и экспериментальных установок;</li> <li>– применять данные математического моделирования экстракционных равновесий с редкими, рассеянными и радиоактивными элементами для совершенствования их экстракционной технологии.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками анализа основных технических и технологических решений при описании</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу № 2.</p> |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | <p>известных и разработке новых экстракционных равновесий с редкими металлами.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы с программным обеспечением для математического моделирования экстракционных равновесий в системах с редкими металлами;</li> <li>– навыками анализа результатов моделирования, на основании которого проводится определение состава наиболее вероятных экстрагируемых соединений</li> </ul>   |  |
| <p><b>Раздел 3.<br/>Программное обеспечение для математического моделирования экстракционных равновесий</b></p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– программное обеспечение для расчета термодинамических характеристик растворов электролитов и математического моделирования экстракционных равновесий в системах с редкими металлами;</li> <li>– методы расчета свойств экстракционной системы на основе параметров математического моделирования экстракционных равновесий;</li> <li>– процедуру использования полученных расчетным путем параметров экстракционной системы для технологических расчетов в производственных экстракционных процессах.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить необходимые физико-химические расчеты с использованием математического аппарата, заложенного в программное обеспечение;</li> <li>– применять полученные знания для моделирования экстракционных равновесий в изучаемых экстракционных системах, проводить анализ и обработку полученных экспериментальных данных с приборов, оборудования и экспериментальных установок;</li> <li>– применять данные математического моделирования экстракционных равновесий с редкими, рассеянными и радиоактивными элементами для совершенствования их экстракционной технологии</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы с программным обеспечением для математического моделирования экстракционных равновесий в системах с редкими металлами;</li> <li>– навыками анализа результатов моделирования, на основании которого проводится определение состава наиболее вероятных экстрагируемых соединений;</li> <li>– навыками анализа основных технических и технологических решений при описании</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу № 3.</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | известных и разработке новых экстракционных равновесий с редкими металлами. |  |
|--|---|--|

## **15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
«Математическое моделирование экстракционных равновесий»**

**основной образовательной программы**

**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

код и наименование направления подготовки (специальности)

**специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного  
цикла»**

наименование ООП

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
| 2.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
| 3.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
| 4.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«СОРБЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ТЕХНОЛОГИИ РЕДКИХ  
ЭЛЕМЕНТОВ»**

**Специальность 18.05.02 Химическая технология материалов  
современной энергетики**

**Специализация №1 «Химическая технология материалов ядерного  
топливного цикла»**

**Квалификация «инженер»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2020 г**

Программа составлена:

д.т.н., профессором кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе  
РХТУ им. Д.И. Менделеева И.Д. Трошкиной.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии редких элементов и  
наноматериалов на их основе (ТРЭН) «10» марта 2020 г., протокол №14.

## СОДЕРЖАНИЕ

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | Цели и задачи дисциплины   | 4  |
| 2.    | Требования к результатам освоения дисциплины   | 4  |
| 3.    | Объем дисциплины и виды учебной работы   | 5  |
| 4.    | Содержание дисциплины  | 6  |
| 4.1.  | Разделы дисциплины и виды занятий  | 6  |
| 4.2.  | Содержание разделов дисциплины   | 6  |
| 5.    | Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины  | 7  |
| 6.    | Практические и лабораторные занятия  | 8  |
| 6.1.  | Практические занятия. Примерные темы практических занятий по дисциплине  | 8  |
| 6.2.  | Лабораторные занятия   | 9  |
| 7.    | Самостоятельная работа   | 9  |
| 8.    | Примеры оценочных средств для контроля освоения дисциплины   | 9  |
| 8.1.  | Примерная тематика реферативно-аналитической работы  | 9  |
| 8.2.  | Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины   | 9  |
| 9.    | Учебно-методическое обеспечение дисциплины   | 11 |
| 9.1.  | Рекомендуемая литература   | 11 |
| 9.2.  | Рекомендуемые источники научно-технической информации  | 12 |
| 9.3.  | Средства обеспечения освоения дисциплины   | 12 |
| 10.   | Методические указания для обучающихся  | 13 |
| 10.1  | Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                | 13 |
| 10.2  | Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                 | 13 |
| 11.   | Методические указания для преподавателей   | 14 |
| 11.1. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий | 14 |
| 11.2. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий  | 15 |
| 12.   | Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе  | 15 |
| 13.   | Материально-техническое обеспечение дисциплины   | 25 |
| 13.1. | Оборудование, необходимое в образовательном процессе:  | 25 |
| 13.2. | Учебно-наглядные пособия   | 25 |
| 13.3. | Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства  | 25 |
| 13.4. | Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы  | 25 |
| 13.5. | Перечень лицензионного программного обеспечения  | 26 |
| 14.   | Требования к оценке качества освоения программы  | 30 |
| 15.   | Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья                                 | 31 |

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой технологии редких элементов и наноматериалов на их основе РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Сорбционные процессы в технологии редких элементов» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины базируется на знаниях, полученных обучающимися в ходе изучения дисциплин по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики.

**Цель дисциплины** – сформировать у будущего специалиста достаточно полное представление о сорбционных процессах производств редких элементов.

**Задачи дисциплины** –

- ознакомление обучающихся с сорбционными процессами, используемыми для проведения гидрометаллургических производств редких элементов;
- ознакомление обучающихся с принципами выбора сорбентов для конкретного технологического процесса;
- ознакомление с инженерными методами расчета сорбционных процессов, используемых в технологии редких элементов;

Дисциплина «Сорбционные процессы в технологии редких элементов», в соответствии с рабочим учебным планом, преподается в 10 семестре. Контроль успеваемости обучающихся ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Сорбционные процессы в технологии редких элементов» при подготовке инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация №1 «Химическая технология материалов ядерно-топливного цикла» направлено на приобретение следующих компетенций:

**Профессиональные компетенции:**

- способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**Знать:**

- сорбционные процессы, используемые для проведения гидрометаллургических производств материалов современной энергетики;
- принципы выбора сорбента для конкретного технологического процесса;

**Уметь:**

- осуществить выбор селективного сорбента для конкретного технологического процесса в технологии редких элементов;

- определить равновесные, кинетические и динамические характеристики сорбента, используемого для извлечения, концентрирования и разделения редких элементов;

**Владеть:**

- навыками использования инженерных методов расчета типовых сорбционных процессов, используемых в технологии редких элементов;
- навыками выбора сорбента и его характеристик, необходимых для составления исходных данных при проектировании сорбционных процессов.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                          | 10 семестр          |                 |
|--|---------------------|-----------------|
|  | В зач.ед.           | В академ. часах |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>         | <b>4</b>            | <b>144</b>      |
| <b>Контактная работа (КР):</b>               | <b>1,33</b>         | <b>48</b>       |
| Лекции                                       | 0,44                | 16              |
| Практические (семинарские) занятия (ПЗ)      | 0,89                | 32              |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>          | <b>2,67</b>         | <b>96</b>       |
| Контактная самостоятельная работа            | 2,67                | 0,2             |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |                     | 95,8            |
| <b>Вид контроля: зачет</b>                   |                     | +               |
| <b>Вид итогового контроля</b>                | <b><u>зачет</u></b> |                 |

| Виды учебной работы                          | 10 семестр   |                 |
|--|--------------|-----------------|
|  | В зач.ед.    | В астрон. часах |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>         | <b>4</b>     | <b>108</b>      |
| <b>Контактная работа (КР):</b>               | <b>1,33</b>  | <b>36</b>       |
| Лекции                                       | 0,44         | 12              |
| Практические занятия (ПЗ)                    | 0,89         | 24              |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>          | <b>2,67</b>  | <b>72</b>       |
| Контактная самостоятельная работа            | 2,67         | 0,15            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |              | 71,85           |
| <b>Вид контроля : зачет</b>                  |              | +               |
| <b>Вид итогового контроля</b>                | <b>зачет</b> |                 |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п     | Раздел дисциплины  | Часов      |           |                  |                   |
|-----------|--|------------|-----------|------------------|-------------------|
|           |  | Всего      | Лекции    | Практич. занятия | Самостоят. работа |
| 1         | <b>Сорбционные процессы в гидрометаллургии редких элементов, переработке ОЯТ и очистке радиоактивных отходов</b> | <b>8</b>   | <b>2</b>  | -                | 6                 |
| <b>2.</b> | <b>Получение и свойства сорбентов</b>  | <b>64</b>  | <b>6</b>  | <b>16</b>        | <b>42</b>         |
| 2.1       | Основные типы сорбентов.<br>Классификация сорбентов.<br>Активированные угли.                                     | 20         | 2         | 4                | 14                |
| 2.2       | Волокнистые иониты.  | 20         | 2         | 4                | 14                |
| 2.3       | Иониты. Минеральные иониты.<br>Синтетические неорганические иониты. Смолы.                                       | 24         | 2         | 8                | 14                |
| <b>3.</b> | <b>Теоретические основы ионообменных процессов</b>   | <b>72</b>  | <b>8</b>  | <b>16</b>        | <b>48</b>         |
| 3.1       | Ионообменное равновесие. Расчет ионообменных равновесий.   | 20         | 2         | 4                | 14                |
| 3.2       | Кинетика ионообменных процессов.   | 16         | 2         | 4                | 10                |
| 3.3       | Динамика сорбции.  | 16         | 2         | 4                | 10                |
| 3.4       | Регенерация ионитов.   | 8          | 2         | -                | 6                 |
| 3.5       | Технологические аспекты сорбции редких элементов   | 12         | -         | 4                | 8                 |
|           | Всего часов  | <b>144</b> | <b>16</b> | <b>32</b>        | <b>96</b>         |

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

#### **Раздел 1. Сорбционные процессы в гидрометаллургии редких элементов, переработке ОЯТ и очистке радиоактивных отходов**

Место сорбционных процессов в гидрометаллургии редких элементов. Сорбция из урановых растворов и пульп. Сорбция благородных металлов на активированных углях и синтетических ионообменниках. Разделение редкоземельных металлов. Сорбция в технологии переработки отработавшего топлива. Сорбционная очистка радиоактивных отходов.

#### **Раздел 2. Получение и свойства сорбентов**

2.1. Основные типы сорбентов. Классификация сорбентов. Активированные угли.

Получение активированных углей. Типы и свойства активированных углей. Применение углей в технологии редких элементов. Регенерация активированных углей.

2.2. Волокнистые иониты.

Основные типы волокнистых ионитов. Получение волокон. Свойства ионообменных волокон. Углеродные волокна. Модифицирование углеродных волокон. Основные области применения в технологии редких элементов.

2.3. Иониты. Минеральные иониты. Синтетические неорганические иониты. Смолы.  
Катиониты, аниониты. Амфотерные иониты. Специфические сорбенты. Иониты 1 и 2 рода. Типы фиксированных групп в ионитах. Обменная емкость ионитов. Методы определения. Значения рК активных групп в ионитах. Пористость, влагоемкость,

набухаемость ионитов. Методы синтеза ионитов. Полимеризация и поликонденсация мономеров, содержащих ионогенные группы. Основные типы отечественных и зарубежных ионитов, их строение. Методы исследования структуры ионитов.

### Раздел 3. Теоретические основы ионообменных процессов

#### 3.1. Ионообменное равновесие.

Ионный обмен как мембранное равновесие. Ионный обмен как гетерогенная химическая реакция. Эквивалентность ионного обмена. Изотерма сорбции. Коэффициенты распределения. Коэффициенты разделения. Константы равновесия. Термодинамическая константа ионного обмена. Уравнение Никольского. Концентрационная и кажущаяся константы ионного обмена. Доннановский потенциал. Селективность и специфичность ионитов. Ряды селективности. Расчет ионообменных равновесий.

#### 3.2. Кинетика ионообменных процессов.

Ионный обмен с точки зрения кинетики гетерогенных процессов. Диффузионный поток и движущие силы диффузии. Стадии, определяющие скорость ионного обмена. Внешнедиффузионная кинетика. Кинетика диффузии внутри зерна ионита (гелевая кинетика). Химическая кинетика при ионном обмене. Методы распознавания лимитирующей стадии кинетики. Уравнения, описывающие гелевую, внешнедиффузионную и смешанную кинетику. Экспериментальные исследования кинетики. Расчет коэффициентов диффузии ионов в ионитах. Модели псевдопервого и псевдвторого порядка.

#### 3.3. Динамика сорбции.

Емкость до проскока. Динамическая обменная емкость. Методы определения степени использования ионита. Выходные кривые при ионном обмене в колонках. Ионообменная хроматография. Фронтальный, вытеснительный и элюентный метод в хроматографии. Уравнение Шилова. Время защитного действия.

#### 3.4. Регенерация ионитов.

Десорбция и регенерация ионитов. Типы десорбционных процессов. Отравление ионитов. Методы регенерации ионитов.

#### 3.5. Технологические аспекты сорбции редких элементов.

Анализ сорбционных характеристик и выбор сорбента для конкретного процесса извлечения редкого элемента. Ознакомление с испытательными стендами по сорбции редких элементов.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:  | Раздел |   |   |
|---|---|--------|---|---|
|   |   | 1      | 2 | 3 |
|   | <b>Знать:</b>   |        |   |   |
| 1 | – сорбционные процессы, используемые для проведения гидрометаллургических производств материалов современной энергетики         | +      | + | + |
| 2 | – принципы выбора сорбента для конкретного технологического процесса.   |        | + | + |
|   | <b>Уметь:</b>   |        |   |   |
| 3 | – осуществить выбор селективного сорбента для конкретного технологического процесса в технологии редких элементов               |        | + | + |
| 4 | – определить равновесные, кинетические и динамические характеристики сорбента, используемого для извлечения, концентрирования и |        | + | + |

| №   | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:   | Раздел |   |   |
|---|--|--------|---|---|
|   |  | 1      | 2 | 3 |
|   | разделения редких элементов  |        |   |   |
|   | <b>Владеть:</b>  |        |   |   |
| 5   | – навыками использования инженерных методов расчета типовых сорбционных процессов, используемых в технологии редких элементов  |        | + | + |
| 6   | – навыками выбора сорбента и его характеристик, необходимых для составления исходных данных для проектирования сорбционных процессов   |        | + | + |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен приобрести следующие <b>компетенции</b> |  |        |   |   |
|   | <b>Профессиональные компетенции:</b>   |        |   |   |
| 7   | - способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1); | +      | + | + |
| 8   | - способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3)   | +      | + | + |

## 6 ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1 Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине

Предусмотрены практические занятия обучающегося в специалитете в объеме 32 акад. ч. (10 семестр, разделы 2 и 3).

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий  | Часы |
|-------|----------------------|--|------|
| 1     | 2                    | Ознакомление с каталогами активированных углей и ионитов, выпускаемых в России и за рубежом. Ознакомление с ГОСТами на определение сорбционных характеристик ионитов. Расчет сорбционных характеристик по данным экспериментальных исследований. Просмотр видео-фильмов по свойствам сорбентов.  | 16   |
| 2     | 3                    | Выбор уравнения для обработки равновесных данных по сорбции. Построение изотерм сорбции и десорбции по заданным данным. Расчет ступеней сорбции и десорбции с использованием изотерм. Расчет кинетических характеристик сорбентов. Определение лимитирующей стадии сорбции. Методика получения динамических характеристик сорбции. Применение универсального коллектора фракций для изучения динамики сорбционных процессов. Анализ сорбционных характеристик и выбор сорбента для конкретного процесса извлечения редкого элемента. Ознакомление с испытательными стендами по сорбции | 16   |



|  |                    |                   |           |
|--|--------------------|-------------------|-----------|
|  |                    | редких элементов. |           |
|  | <b>Итого часов</b> |                   | <b>32</b> |

## 6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине учебным планом не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Сорбционные процессы в технологии редких элементов» предусмотрена самостоятельная работа обучающегося в специалитете в объеме 96 часов.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала по материалу лекционного дисциплины;
- подготовку к контрольным работам;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к экзамену по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитическая работа не предусмотрена.

### 8.2. Примеры контрольных работ для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (контрольные работы № 1 и № 2 – по разделам 2 и 3, контрольная работа № 3 – итоговая по всем разделам дисциплины).

Максимальная оценка за контрольные работы №№ 1 и 2 составляет по 30 баллов за каждую, за контрольную работу № 3 – 40 баллов. Суммарная максимальная оценка за контрольные работы 1–3 (10 семестр) составляет 100 баллов.

**. Примеры вопросов к контрольной работе №1. Раздел 2. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.**

1. Классификация сорбционных материалов.
2. Иониты 1 и 2 рода.

3. Волокнистые сорбенты. Достоинства и недостатки при сорбции редких элементов.
4. Методы определения удельной поверхности сорбентов.
5. Сорбат, сорбент, сорбтив.
6. Физическая адсорбция и хемосорбция.
7. Области применения сорбции в гидрометаллургии.
8. Иониты, смолы. Отличия.
9. Чем отличаются динамическая емкость, динамическая емкость до проскока, полная динамическая обменная емкость ионита.
10. Классификация сорбционных материалов.
11. Плотность сорбента, виды.
12. Классификация ионитов.
13. Области применения твэксов и импрегнатов.
14. Методы синтеза сорбентов.
15. Пористость, влагоемкость, набухаемость ионитов.
16. Амфолиты, рабочая область.
17. Методы получения активированных углей.

**Примеры вопросов к контрольной работе №2. Раздел 3. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.**

1. Уравнение Шилова. Потери времени защитного действия сорбента.
2. Определение числа ступеней сорбции для расчета количества аппаратов.
3. Методы синтеза сорбентов.
4. Что такое доннановская сорбция?
5. Методы изучения структуры ионитов.
6. Модели ионита. Их недостатки.
7. Методы десорбции редких элементов.
8. Константа равновесия (концентрационная, кажущаяся, термодинамическая). Какую константу можно определить из экспериментальных данных?
9. Кинетические модели сорбции. Сравнение.
10. Методы обработки равновесных данных сорбции.
11. Сравнение кинетических моделей псевдопервого и псевдвторого порядка.
12. Емкость до проскока. Динамическая обменная емкость.
13. Метод «тонкого» слоя.
14. Интегральная кинетическая кривая сорбции. Методы получения.

**Примеры вопросов к контрольной работе №3. Итоговая контрольная работа (разделы 1-3). Максимальная оценка – 40 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, за вопросы 1 и 2 – по 14 баллов, за вопрос 3 – 12 баллов.**

1. Особенности применения сорбции для переработки отработавшего топлива.
2. Области применения сорбции в гидрометаллургии.
3. Сорбционные процессы как метод разделения редких элементов.
4. Сорбционная очистка радиоактивных отходов.
5. Классификация сорбционных материалов.
6. Кинетические модели. Сравнение моделей.
7. Методы получения активированных углей.
8. Методы определения лимитирующей стадии процесса сорбции.
9. Фронтальный, вытеснительный и элюэнтный методы в хроматографии.
10. Емкость до проскока. Динамическая обменная емкость.
11. Виды хроматографии.
12. Величина проскока при сорбции. Методы замедления его наступления.
13. Метод прерывания. Особенности его осуществления.

14. Методы описания вогнутой изотермы сорбции.
15. Экспериментальные методы определения лимитирующей стадии сорбции.
16. Методы десорбции редких элементов.
17. Плотность сорбента, виды сорбентов.
18. «Отрицательная» сорбция.
19. Области применения твэксов и импрегнатов.
20. Физическая адсорбция и хемосорбция.
21. Методы регенерации ионитов.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Рекомендуемая литература**

#### ***А) Основная литература:***

1. Трошкина И.Д., Руденко А.А. Подземное выщелачивание редких элементов: учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. 128 с.
2. Милютин В.В., Рябчиков Б.Е., Трошкина И.Д., Козлов П.Э. Гидрометаллургические методы очистки радиоактивных сточных и природных вод: учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. 108 с.
3. Трошкина И.Д. Комплексная переработка золото-урановых руд: учеб. пособие / И.Д. Трошкина. Под ред. Чекмарева А.М. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2011. 88 с.

#### ***Б) Дополнительная литература:***

1. Кокотов Ю.А., Пасечник В.А. Равновесие и кинетика ионного обмена. Л.: Химия, 1970. 336 с.
2. Волжинский А.И., Константинов В.А. Регенерация ионитов. Л.: Химия, 1990. 239 с.
3. Лебедев К.Б., Казанцев Е.Н., Розманов В.М. и др. Иониты в цветной металлургии. М.: Металлургия, 1975. 352 с.
4. Иониты в химической технологии / Под ред. Б.П.Никольского, П. Г. Романкова. Л.: Химия, 1982. 416 с.
5. Захаров Е.И., Рябчиков Б.Е., Дьяков В.Н. Ионообменное оборудование атомной промышленности. М.: Энергоиздат, 1987. 248 с.
6. Раков Э.Г., Хаустов С.В. М Процессы и аппараты производств радиоактивных и редких металлов. Учеб. для вузов..М: Металлургия, 1993. 384 с.
7. Кокотов Ю.А., Золотарев П.П., Елькин Г.Е. Теоретические основы ионного обмена. Сложные ионообменные системы. Л.: Химия, 1986. 280 с.
8. Венецианов Е.В., Рубинштейн Р.Н. Динамика сорбции из жидких сред. М.: Химия, 1987. 240 с.
9. Знаменский Ю.П., Бычков Н.В. Кинетика ионообменных процессов. –Обнинск: Принтер, 2000. 204 с.
10. Лейкин Ю.А. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. 413 с.
11. Нестеров Ю.В. Иониты и ионообмен. Сорбционная технология при добыче урана и других металлов методом подземного выщелачивания. М.: ООО «ЮНИКОРН-ИЗДАТ», 2007. 480 с.
12. Набойченко С.С., Юнь А.А. Расчеты гидрометаллургических процессов.М.: МИСИС, 1995. 428 с.
13. Тураев Н.С., Жерин И.И. Химия и технология урана. – М.: Издательский дом «Руда и Металлы», 2006. 396 с.

14. Справочник по геотехнологии урана / В.И. Белецкий, Л.К. Богатков, Н.И. Волков и др.; Под ред. Д.И. Скороварова. М.: Энергоатомиздат, 1997. 672 с.
15. Геотехнология урана (российский опыт): монография / Под ред. И.Н. Солодова, Е.Н. Камнева. М.: «КДУ», «Университетская книга», 2017. 576 с.

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Научно-технические журналы:

- «Химическая технология», ISSN 1684-5811
- «Разведка и охрана недр», ISSN 0034-026X
- «Цветные металлы», ISSN 0372-2929
- «Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология»,  
ISSN 0579-2991
- «Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия»,  
ISSN 0021-3438
- «Журнал физической химии», ISSN 0044-4537

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- электронный раздаточный материал,
- компьютерные презентации интерактивных лекций
- банк вопросов для текущего контроля освоения дисциплины;

При переходе на электронное обучение (ЭО) и дистанционные образовательные технологии (ДОТ) для реализации рабочей программы применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения дисциплины:

- электронная информационно-образовательная среда РХТУ (ЭИОС);
- сервисы по доставке e-mail сообщений;
- платформа для проведения онлайн конференций и вебинаров – Zoom (<https://zoom.us>).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

– Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 18.01.2020).

– Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/94/91/6/67> (дата обращения: 18.01.2020).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа:

<http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 18.01.2020).

При освоении дисциплины обучающие должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 18.01. 2020).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 18.01. 2020).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 18.01. 2020).

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в специалитете направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «Сорбционные процессы в технологии редких элементов» включает 3 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных и электронных научно-информационных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

Рабочая программа дисциплины «Сорбционные процессы в технологии редких элементов» включает в себя лекционные и практические занятия и самостоятельную работу.

При подготовке к практическим занятиям и контрольным работам обучающийся должен руководствоваться следующими основными принципами: сочетание в работе, с одной стороны, общепризнанных теоретических и практических положений и сведений, с другой результатов новейших разработок в области переработки редкометаллического сырья и отработавшего ядерного топлива, а также очистки радиоактивных отходов.

Изучение материала каждого раздела заканчивается текущим контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний.

Совокупная оценка текущей работы по дисциплине в 10 семестре составляет **100 баллов** и складывается из результатов выполнения трёх контрольных работ.

Максимальные оценки за контрольные работы №1 и №2 составляют по 30 баллов за каждую и за контрольную работу № 3 – 40 баллов.

Изучение дисциплины завершается итоговым контролем в форме зачета.

### **10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1.

Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### **11.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Дисциплина по выбору «Сорбционные процессы в технологии редких элементов» изучается в 10 семестре специалитета.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что обучающиеся имеют общую подготовку по общенаучным, общеинженерным дисциплинам и основным профессиональным дисциплинам специальности 18.05.02 и включает лекции, практические занятия и самостоятельную подготовку, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим, материал дисциплины должен опираться на полученные знания и быть ориентирован их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями.

Обучение может быть организовано в виде как традиционных лекций и практических занятий, так и научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться взаимосвязь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Сорбционные процессы в технологии редких элементов», является формирование у обучающихся компетенций в области аппаратного оформления процессов получения редких элементов. Преподаватель должен акцентировать внимание обучающихся на общих вопросах химической технологии редких элементов. При выборе материала для занятий желательно обращаться к опыту ведущих зарубежных и отечественных научно-исследовательских центров, научно-производственных фирм и предприятий, использовать их научные, информационные и рекламные материалы и проводить их сравнительный анализ.

Во вводной лекции дисциплины следует остановиться на тенденциях развития сорбционной отрасли, привести обзор современных достижений в атомной энергетике отраслей, оценить конкурентоспособность промышленной продукции и определяющие ее факторы.

В разделах 1-3 необходимо рассмотреть области применения сорбентов (раздел 1), классификацию сорбентов, теоретические основы сорбционных процессов, используемых в технологии редких элементов (раздел 2), расчеты основных сорбционных характеристик (раздел 3). На практических занятиях следует уделить внимание особенностям сорбентов и принципам их выбора для конкретных процессов извлечения редких элементов. При рассмотрении основ сорбционных технологий следует обращаться к знаниям обучающихся, полученных ими в специалитете при изучении предшествующих дисциплин.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по дисциплине является широкое использование наглядных пособий и иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Наглядные пособия представляют собой компьютерные презентации, учебные фильмы, а также каталоги фирм и предприятий с описанием сорбентов и сорбционного оборудования. Иллюстративный материал включает презентации по разделам дисциплины, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать обучающимся проработку дополнительной литературы по тематике занятия, организовав ее обсуждение на

практических занятиях, формирует у обучающихся навык к самостоятельной работе с разнообразными литературными источниками.

Наиболее сложные теоретические материалы ведущим преподавателям рекомендуется излагать на лекциях с использованием средств мультимедийной техники и обеспечением необходимым раздаточным материалом. После изложения лекций теоретический материал необходимо закреплять на практических занятиях.

Для своевременной подготовки обучающихся к практическим занятиям преподавателям рекомендуется назвать тему и выдать задания на самостоятельную подготовку заблаговременно, в течение недели.

После проведения каждого практического занятия преподавателям рекомендуется выдать обучающимся дополнительные задания для закрепления полученных практических навыков в ходе последующего самостоятельного изучения разделов дисциплины.

### **11.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; лабораторные работы, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; онлайн консультации по курсовому проектированию; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

– объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается, и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;

– смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

## **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине.

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2020 составляет 1 715 452 экз.



Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

### Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

| № | Электронный ресурс                           | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей   | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором  |
|---|--|---|--|
| 1 | Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ» | <p>Принадлежность - сторонняя<br/> Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г.<br/> Сумма договора – 642 083-68<br/> Срок действия с «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Дополнительный Договор № 33.03-Р-3.1-2217/2020 от 02.03.2020 г.<br/> Сумма договора- 30 994-52<br/> Срок действия с «02» марта 2020 г. по «25» сентября 2020 г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br/> Сумма договора – 747 661-28</p> | <p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки"-изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика»-изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент»- изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
|   |   | <p>Срок действия Договора с «26» сентября 2020г. по «25» сентября 2021г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>   |  |
| 2 | <p>Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)</p> | <p>Принадлежность – собственная РХТУ.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a></p> <p>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера</p>   | <p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>  |
| 3 | <p>Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».</p>    | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 189-2647А/2019 От 09.01.2020 г.</p> <p>Сумма договора – 601110-00 С «01» января.2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a></p> <p>Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.</p> | <p>Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД</p>   |
| 4 | <p>Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ).</p>  | <p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Реквизиты договора – ФГБУ РГБ, Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020</p> <p>Сумма договора - 398 840-00 С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a></p> <p>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.</p>   | <p>В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.</p> |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| 5 | БД ВИНТИ РАН                                | <p>Принадлежность сторонняя, Реквизиты договора- ВИНТИ РАН<br/> Договор № 33.03-Р-3.1-2047/2019 от 25 февраля 2020 г.<br/> Сумма договора - 100 000-00<br/> С «25» февраля 2020 г. по «24» февраля 2021 г.<br/> Ссылка на сайт- <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a><br/> Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.</p>           | <p>Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов</p>   |
| 6 | Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru» | <p>Принадлежность – сторонняя<br/> Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека,<br/> Договор № 33.03-Р-3.1 2087/2019<br/> Сумма договора – 1100017-00<br/> С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/> Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a><br/> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | <p>Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.</p> |
| 7 | Справочно-правовая система «Консультант+»   | <p>Принадлежность сторонняя-<br/> Договор № 174-247ЭА/2019 от 26.12.2019 г.<br/> Сумма договора - 927 029-80<br/> С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/> Ссылка на сайт- <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a><br/> Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>  | <p>Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.</p>   |
| 8 | Справочно-правовая система Гарант»          | <p>Принадлежность сторонняя<br/> Договор №166-235ЭА/2019 от 23.12.2019 г.<br/> Сумма договора - 603 949-84<br/> С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/> Ссылка на сайт – <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a><br/> Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>   | <p>Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.</p>  |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
| 9  | Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"   | Принадлежность сторонняя-«Электронное издательство ЮРАЙТ»<br>Договор № 33.03-Р-3.1-220/2020 от 16.03.2020 г.<br>Сумма договора - 324 000-00<br>С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a><br>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. | Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов. |
| 10 | Электронно-библиотечная система «Консультант студента» | Принадлежность сторонняя-ООО «Политехресурс»<br>Договор № 33.03-Р-3.1-218/2020 От «16» марта 2020 г.<br>Сумма договора-36 500-00<br>С «17» марта 2020 г. по «16» марта 2021 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a><br>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.      | Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».  |
| 11 | Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»          | Принадлежность сторонняя-ООО «ЗНАНИУМ»,<br>Договор № 4309 эбс 33.03-Р-3.1-2215/2020 от «20» марта 2020 г.<br>Сумма договора-30 000-00<br>С «20» марта 2020 г. по «19» марта 2021г.<br>Ссылка на сайт – <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a><br>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.                  | Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.  |
| 12 | Информационно-аналитическая система Science Index      | Принадлежность сторонняя-ООО «Научная электронная библиотека»<br>Договор № SIO-364/19 33.03-Р-3.1-2103/2019 от «17» февраля 2020 г.<br>Сумма договора-90 000-00<br><br>Срок действия с «17» февраля 2020 г. по «16» февраля 2021 г.  | Дистанционная поддержка публикационной активности преподавателей университета   |

|    |                           |   |   |
|----|---------------------------|---|---|
|    |                           | Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a><br>Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ  |   |
| 13 | Издательство Wiley        | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 694<br>Срок действия<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br><br>Ссылка на сайт – <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a><br><br>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации. | Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.  |
| 14 | QUESTEL ORBIT             | Принадлежность сторонняя.<br><br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 09.10.2020 г. № 1162<br><br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="https://orbit.com">https://orbit.com</a><br><br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.   | ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов. |
| 15 | American Chemical Society | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 637<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a><br>Количество ключей – доступ  | Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society   |

|    |   |  |  |
|----|---|--|--|
|    |   | <p>для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>         Настройка удаленного доступа:<br/> <a href="https://pubs.acs.org/page/remotaccess">https://pubs.acs.org/page/remotaccess</a></p>   |  |
| 16 | База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>         Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>         Информационное письмо РФФИ от 10.07.2020 г. № 712</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a><br/>         Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>         Удаленный доступ.</p>   | <p>Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза.<br/>         Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.</p> |
| 17 | Ресурсы международной компании Clarivate Analytics                | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>         Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>         Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 692</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>         Удаленный доступ.</p> | <p>Открыт доступ к ресурсам: <b>WEB of SCIENCE</b> – реферативная и наукометрическая база данных. <b>MEDLINE</b> – реферативная база данных по медицине.</p>   |
| 18 | Электронные ресурсы издательства SpringerNature                   | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>         Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>         Информационное письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p>  | <p>- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a><br/>         Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a><br/>         - Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group</p>  |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
|    |  | <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ.</p>   | <p><a href="https://www.nature.com/siteindex/index.html">https://www.nature.com/siteindex/index.html</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols<br/><a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a></li> <li>- Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database)<br/><a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a></li> <li>- Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме</li> <li>- Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH<br/><a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a></li> <li>- Nano Database<br/><a href="https://goo.gl/PdhJdo">https://goo.gl/PdhJdo</a></li> </ul> <p>Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a></p> |
| 19 | База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service  | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 635 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.</p> | <p>SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.</p>   |
| 20 | Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 772 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a></p>  | <p>«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов.</p> <p>«Freedom Collection eBook</p>  |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
|    |  | Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.<br>Удаленный доступ.  | collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук.<br>Доступ к архивам 2015-2019 гг. |
| 21 | American Institute of Physics (AIP)                          | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 № 1188<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://scitation.aip.org">http://scitation.aip.org</a><br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.scitation.org/remote-access">https://www.scitation.org/remote-access</a>  | Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP).  |
| 22 | Scopus   | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a> .<br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Удаленный доступ.   | Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства <b>ELSEVIER</b>   |
| 23 | Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество) | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196<br>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт – <a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a><br>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access">https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access</a> | Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.                      |



Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов:

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

142. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>

Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

143. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>

В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

144. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>

База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

145. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

146. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

147. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>

Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

148. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>

ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

149. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>

PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

150. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>

Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.

151. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>

Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru) Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

### **13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Сорбционные процессы в технологии редких элементов» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

#### **13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

#### **13.2. Учебно-наглядные пособия:**

Комплекты презентаций к дисциплине; наборы сорбентов; наборы продукции опытно-промышленных и промышленных предприятий, видеоролики по сорбционной технологии.

#### **13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, USB-портами, принтерами, многофункциональными устройствами и программными средствами; мультимедийное проекционное оборудование; веб-камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет; беспроводная точка доступа в локальную сеть и сеть Интернет.

#### **13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы по сорбентам и сорбционным процессам: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам дисциплины, учебные фильмы к разделам дисциплины, буклеты и каталоги сорбентов и сорбционных технологий.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам дисциплины; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде, электронные каталоги сорбентов и сорбционного оборудования.

### 13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|--|--|---|---|
| 1     | <p>Неисключительная лицензия на использование Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprise</p> <p>В составе:</p> <p>47) В составе Microsoft Office Professional Plus 2019:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> <p>48) Microsoft Core CAL</p> <p>49) Microsoft Windows Upgrade</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>657 комплектов.</p> <p>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p> <p>Каждый комплект включает:</p> <p>1) Лицензию на комплекс для создания презентаций, электронных текстов и таблиц, обработки баз данных Microsoft Office.</p> <p>2) Лицензию для подключения пользователей к серверным системам Microsoft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exchange Server Standard,</li> <li>• Exchange Server Enterprise,</li> <li>• SharePoint Server,</li> <li>• Skype для бизнеса Server,</li> <li>• Windows MultiPoint Server Premium,</li> <li>• Windows Server Standard,</li> <li>• Windows Server Data Center</li> </ul> <p>3) Лицензию на обновление операционной системы для рабочих станций Windows 10.</p> <p>Дополнительно на ВУЗ предоставляется право на использование 1 (одной) лицензии средств разработки в</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|--|---|--|
|       |  |  | рамках учебных компьютеров одного технического, естественнонаучного факультета (кафедры) и предоставления студентам для целей обучения Azure Dev Tools for Teaching. Количество активаций неограниченно в рамках подразделения. |  |
| 2     | Неисключительная лицензия на использование Учебный Комплект Компас-3D v18 на 50 мест. Проектирование и конструирование в машиностроении, лицензия. | <b>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</b> | 2 лицензии на учебный комплект программного обеспечения для проектирования и конструирования в машиностроении, рассчитанные на активацию на 50 мест каждая.   | бессрочно  |
| 3     | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users  | <b>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</b> | 1 (одна) сетевая лицензия на 200 пользователей  | бессрочно  |
| 4     | Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition Legalization GetGenuine Legalization                     | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020        | 150 лицензий. Соглашение Microsoft OLV № V6159937   | бессрочно  |
| 5     | Неисключительная лицензия на использование SysCtrDatactrCore ALNG LicSAPk OLVS 16License E 1Y AcademicEdition Additional Product                   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020        | 1 (один) комплект, включающий 16 (шестнадцать) лицензий для активации на 16 (шестнадцати) физических процессорных ядрах.  | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии (продукта)  |
|-------|--|---------------------------------------|--|--|
|       | CoreLic<br>Предоставляет право на использование продуктов Microsoft:<br>Configuration Manager<br>Data Protection Manager<br>Endpoint Protection Operations Manager<br>Orchestrator<br>Service Manager<br>Virtual Machine Manager |                                       | Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907   |  |
| 6     | Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word<br>Excel<br>PowerPoint<br>Microsoft Teams   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 7.    | Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft<br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word<br>Excel                              | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 26280 лицензий для студентов ВУЗа.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907                             | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|--|--|--|
|       | PowerPoint<br>Microsoft Teams   |  |  |  |
| 8.    | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License<br>По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек) | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020        | 1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 9.    | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License<br>По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред.    | <b>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</b> | 20 лицензий для виртуальных и облачных сред                | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий                 | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|--|-------------------------------------|--|
| 10.   | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов | <b>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</b> | 2000 лицензий для почтовых серверов | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

#### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки                                      |
|--|---|---|
| <b>Раздел 1. Сорбционные процессы в гидрометаллургии редких элементов, переработке ОЯТ и очистке радиоактивных отходов</b> | <b>Знает:</b><br>- сорбционные процессы, используемые для проведения гидрометаллургических производств материалов современной энергетики;   | Оценка за контрольную работу №3 (10 семестр)<br><br>Оценка за экзамен |
| <b>Раздел 2. Получение и свойства сорбентов</b>  | <b>Знает:</b><br>– сорбционные процессы, используемые для проведения гидрометаллургических производств материалов современной энергетики<br>– принципы выбора сорбента для конкретного технологического процесса.<br><b>Умеет:</b><br>- осуществить выбор селективного сорбента для конкретного технологического процесса в технологии редких элементов<br>- определить равновесные, кинетические и динамические характеристики сорбента, используемого для извлечения, концентрирования и разделения редких элементов. | Оценка за контрольную работу №2 (10 семестр)<br><br>Оценка за экзамен |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования инженерных методов расчета характеристик сорбентов, используемых в технологии редких элементов;</li> <li>- навыками выбора сорбента и его характеристик, необходимых для составления исходных данных для проектирования сорбционных процессов.</li> </ul>  |  |
| <p><b>Раздел 3.<br/>Теоретические основы ионообменных процессов</b></p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– сорбционные процессы, используемые для проведения гидрометаллургических производств материалов современной энергетики</li> <li>– принципы выбора сорбента для конкретного технологического процесса.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществить выбор селективного сорбента для конкретного технологического процесса в технологии редких элементов</li> <li>- определить равновесные, кинетические и динамические характеристики сорбента, используемого для извлечения, концентрирования и разделения редких элементов.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования инженерных методов расчета характеристик сорбентов, используемых в технологии редких элементов;</li> <li>- навыками выбора сорбента и его характеристик, необходимых для составления исходных данных для проектирования сорбционных процессов.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольные работы № 2 и №3 (10 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен</p> |

### **15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).



**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**  
**«Сорбционные процессы в технологии редких элементов»**  
**основной образовательной программы**  
**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**  
код и наименование направления подготовки (специальности)

**специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного**  
**цикла»**

наименование ООП

Форма обучения: очная

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения                          |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
| 2.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
| 3.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
| 4.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**«УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА: ПРАКТИКА ПО ПОЛУЧЕНИЮ ПЕРВИЧНЫХ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ И НАВЫКОВ»**

**Специальность 18.05.02 Химическая технология материалов  
современной энергетики**

**специализация №1 «Химическая технология материалов ядерного  
топливного цикла»**

**Квалификация «инженер»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2020 г.**

Программа составлена:

д.х.н., профессором кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе РХТУ им. Д.И. Менделеева С.В. Чижевской.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе «10» марта 2020 г., протокол №14

## СОДЕРЖАНИЕ

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1.    | Цели и задачи практики  | 4  |
| 2.    | Требования к результатам освоения практики  | 4  |
| 3.    | Объем практики и виды учебной работы  | 6  |
| 4.    | Содержание практики   | 6  |
| 4.1.  | Разделы практики и виды занятий   | 7  |
| 4.2.  | Содержание разделов практики  | 7  |
| 5.    | Соответствие содержания требованиям к результатам освоения практики   | 8  |
| 6.    | Практические и лабораторные занятия   | 9  |
| 6.1.  | Практические занятия  | 9  |
| 6.2.  | Лабораторные занятия  | 9  |
| 7.    | Самостоятельная работа  | 11 |
| 8.    | Примеры оценочных средств для контроля освоения практики  | 11 |
| 8.1.  | Примеры оценочных средств текущего контроля знаний  | 11 |
| 8.2.  | Примерная тематика реферативно-аналитической работы   | 12 |
| 8.3.  | Вопросы для итогового контроля освоения практики (зачет с оценкой)  | 12 |
| 8.4.  | Структура и пример билетов для зачета с оценкой   | 13 |
| 9.    | Учебно-методическое обеспечение практики  | 14 |
| 9.1.  | Рекомендуемая литература  | 14 |
| 9.2.  | Рекомендуемые источники научно-технической информации   | 14 |
| 9.3.  | Средства обеспечения освоения практики  | 15 |
| 10.   | Методические указания для обучающихся   | 16 |
| 10.1. | Для студентов, обучающихся по очной форме без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий              | 16 |
| 10.2. | Для студентов, обучающихся по очной форме с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий               | 18 |
| 11.   | Методические указания для преподавателей  | 18 |
| 11.1. | Для преподавателей, реализующих обязательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий | 18 |
| 11.2. | Для преподавателей, реализующих обязательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий  | 19 |
| 12.   | Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе   | 19 |
| 13.   | Материально-техническое обеспечение практики  | 30 |
| 13.1. | Оборудование, необходимое в образовательном процессе  | 30 |
| 13.2. | Учебно-наглядные пособия  | 30 |
| 13.3. | Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства                                     | 30 |
| 13.4. | Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы   | 30 |
| 13.5. | Перечень лицензионного программного обеспечения   | 31 |
| 14.   | Требования к оценке качества освоения практики  | 36 |
| 15.   | Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья                              | 38 |

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, по специализации №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом проведения практик на кафедре технологии редких элементов и наноматериалов на их основе РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к базовой части учебного плана специалитета 18.05.02, блоку 2 «Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)» и рассчитана на прохождение обучающимися практики «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» в 6 семестре (3 курс) обучения.

**Цель практики** - ознакомление обучающихся с методологическими основами организации образовательного процесса по профилю изучаемой программы специалитета на кафедре технологии редких элементов и наноматериалов на их основе РХТУ им. Д.И. Менделеева, с основными направлениями научно-исследовательской работы кафедры в области химической технологии материалов современной энергетики, в том числе – в области технологии редкометалльного сырья, основными процессами выделения, очистки и концентрирования редких и рассеянных элементов, получение первичных профессиональных умений и навыков путём самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики.

**Задачами практики** являются:

- формирование у обучающихся первичного представления об организации научно-исследовательской деятельности на кафедре технологии редких элементов и наноматериалов на их основе;
- ознакомление с методологическими основами и практическое освоение приемов организации, планирования, проведения и обеспечения научно-исследовательской и образовательной деятельности;
- ознакомление с деятельностью образовательных, научно-исследовательских и проектных организаций по профилю изучаемой программы специалитета;
- приобретение первичных знаний в области особенностей технологии и алгоритме переработки редкометалльного сырья, роли химии в решении основных задач технологии редких элементов, применяемых для изготовления конструкционных и топливных материалов ядерной энергетики
- развитие у обучающихся личностно-профессиональных качеств исследователя.

Способ проведения практики: стационарная

Контроль успеваемости обучающихся при прохождении практики ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Проведение практики «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» при подготовке инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации №1 – «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», направлено на формирование следующих компетенций:

**Общекультурные компетенции (ОК)**

- готовность свободно пользоваться литературной и деловой письменной и устной речью на русском языке, способностью в письменной и устной речи правильно (логично) оформить результаты мышления (ОК-5)
- способность к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, способностью самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений в области техники и технологии, математики, естественных, гуманитарных, социальных и экономических наук, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности, развития социальных и профессиональных компетенций (ОК-10).

### ***Общепрофессиональные компетенции (ОПК):***

- способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способность профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способность к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2).

### ***Профессиональные компетенции (ПК):***

- способность самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10).

В результате прохождения учебной практики обучающийся должен:

#### ***Знать:***

- порядок проведения и обеспечения образовательной деятельности по профилю изучаемой программы специалитета
- порядок проведения и обеспечения научно-исследовательских работ с использованием современных физико-химических методов анализа;
- правила техники безопасности и производственной санитарии;

#### ***Уметь:***

- использовать современные приборы и методики по профилю программы, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты;

#### ***Владеть:***

- способностью и готовностью к исследовательской деятельности по профилю изучаемой программы;
- способностью на практике использовать умения и навыки в проведении химических и физико-химических анализов с использованием современной аппаратуры;
- навыками написания отчёта по практике по получению первичных профессиональных умений и навыков.

### 3. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

«Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» организуется в 6 семестре специалитета на базе знаний, полученных обучающимися при изучении дисциплин по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики. Контроль освоения обучающимися материала практики осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

| Виды учебной работы                                  | Всего                   |               |
|--|-------------------------|---------------|
|  | зачет. единиц           | академ. часов |
| <b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b> | <b>3,0</b>              | <b>108</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>       | <b>1,78</b>             | <b>64</b>     |
| Лабораторные работы (ЛР)                             | 1,78                    | 64            |
| <b>Самостоятельная работа</b>                        | <b>1,22</b>             | <b>44</b>     |
| Контактная самостоятельная работа                    | 1,22                    | 0,4           |
| Самостоятельное изучение разделов практики           |                         | 25,6          |
| Написание отчёта                                     |                         | 18            |
| <b>Вид контроля:</b>                                 | <b>зачет с оценкой:</b> |               |

| Виды учебной работы                                  | Всего                  |                 |
|--|------------------------|-----------------|
|  | Зачет. единиц          | астроном. часов |
| <b>Общая трудоёмкость практики по учебному плану</b> | <b>3,0</b>             | <b>81</b>       |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>       | <b>1,78</b>            | <b>48</b>       |
| Лабораторные работы (ЛР)                             | 1,78                   | 48              |
| <b>Самостоятельная работа</b>                        | <b>1,22</b>            | <b>33</b>       |
| Контактная самостоятельная работа                    | 1,22                   | 0,3             |
| Самостоятельное изучение разделов практики           |                        | 19,2            |
| Написание отчёта                                     |                        | 13,5            |
| <b>Вид контроля:</b>                                 | <b>зачет с оценкой</b> |                 |

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

Программа «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» проводится по индивидуальному заданию и включает:

- Ознакомление с историей кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе РХТУ им. Д.И. Менделеева, ее современным профессорско-преподавательским составом, принципами организации научных исследований и учебной работы.
- Посещение и ознакомление с организацией работы, структурой и направлениями деятельности действующих предприятий, ряда отраслевых и академических институтов, деятельности которых связана с профилем подготовки специалистов кафедры.

- Посещение научных лабораторий кафедр и знакомство с организацией работы ЦКП им. Д.И. Менделеева, ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева.
- Ознакомление с понятиями «редкий», «рассеянный» элементы, с основными процессами в технологии редких элементов.
- Ознакомление с перспективными научными разработками в области химической технологии материалов современной энергетики, в том числе – в области технологии редких элементов.
- Посещение тематических экспозиций музеев и выставок.
- Подготовка отчета о прохождении практики.

#### 4.1. Разделы практики и виды занятий

| № п/п | Название раздела  | Академ. часов |             |                |
|-------|---|---------------|-------------|----------------|
|       |   | Всего         | Лаб. работы | Самост. работа |
| 1     | <b>Раздел 1.</b> Введение. История и современная деятельность кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе.                                  | 6             | 4           | 2              |
| 2     | <b>Раздел 2.</b> Ознакомительные экскурсии на предприятия и в организации, деятельность которых связана с профилем изучаемой программы специалитета (2 экскурсии) | 26            | 18          | 8              |
| 3     | <b>Раздел 3.</b> Знакомство с организацией научно-исследовательской деятельности и оборудованием в лабораториях кафедры .   | 46            | 36          | 10             |
| 4     | <b>Раздел 4.</b> Знакомство с организацией научно-исследовательской деятельности ЦКП, ИБЦ, Музеем истории РХТУ им. Д.И. Менделеева                                | 12            | 6           | 6              |
| 5     | <b>Раздел 5.</b> . Оформление отчета о прохождении практики.  | 18            | -           | 18             |
|       | <b>Итого:</b>   | <b>108</b>    | <b>64</b>   | <b>44</b>      |

#### 4.2. Содержание разделов практики

**Раздел 1. Введение. История и современная деятельность кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе.** Цели и задачи практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, ознакомление с историей кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе, профессорско-преподавательским составом, направлениями и организацией научных исследований на кафедре, специальной терминологией (гlossарием) в технологии редких элементов, техникой и оборудованием для проведения лабораторных работ, проверка ключевых понятий химии, химической номенклатуры.

**Раздел 2. Ознакомительные экскурсии на предприятия и в организации, деятельность которых связана с профилем изучаемой программы специалитета (2 экскурсии),** такие как: Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» – Институт химических реактивов и особо чистых химических веществ (ИРЭФ) (НИЦ «Курчатовский институт – ИРЭФ), г. Москва; «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского (ФГУП «ВИМС»), г. Москва; ООО «ЛИТ» ГК «СКАЙГРАД», «Лаборатория инновационных технологий», г. Королев, Московская обл. и др.). Перечень предприятий может уточняться.



**Раздел 3. Знакомство с организацией научно-исследовательской деятельности и оборудованием в лабораториях кафедры.** Ознакомление с основными процессами в технологии редких элементов. Практика в лабораториях кафедры (процессы измельчения, механоактивации, выщелачивания, жидкостной экстракции, ионного обмена).

**Раздел 4. Знакомство с организацией научно-исследовательской деятельности ЦКП, ИБЦ, Музеем истории РХТУ им. Д.И. Менделеева .** Принципы, формы и методы организации аналитических работ в Центре коллективного пользования (ЦКП) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

**Раздел 5. Оформление отчета о прохождении практики.** Выполнение индивидуального задания (в виде реферата в случае ДОТ). Обработка и систематизация собранного при прохождении практики практического и информационного материала. Оформление отчета (в случае ДОТ включает реферат).

### 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПРАКТИКИ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ЕЕ ПРОХОЖДЕНИЯ

| В результате прохождения практики обучающийся должен:  | Разделы |   |   |   |   |
|--|---------|---|---|---|---|
|  | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Знать:</b>  |         |   |   |   |   |
| – порядок проведения и обеспечения образовательной деятельности по профилю изучаемой программы специалитета  | +       |   |   |   |   |
| – порядок проведения и обеспечения научно-исследовательских работ с использованием современных физико-химических методов анализа   | +       | + | + | + |   |
| – правила техники безопасности, экологии и производственной санитарии;   | +       | + | + | + |   |
| <b>Уметь:</b>  |         |   |   |   |   |
| – использовать современные приборы и методики по профилю программы, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты                          |         |   | + | + | + |
| <b>Владеть:</b>  |         |   |   |   |   |
| – способностью и готовностью к исследовательской деятельности по профилю изучаемой программы;  |         | + | + | + |   |
| – способностью на практике использовать умения и навыки в проведении химических анализов с использованием современной аппаратуры;  |         |   | + | + |   |
| – навыками написания отчёта по практике.   |         |   |   |   | + |
| В результате прохождения практики обучающийся должен приобрести следующие <b>компетенции:</b>  |         |   |   |   |   |
| <b>Общекультурные компетенции:</b>   |         |   |   |   |   |
| – готовность свободно пользоваться литературной и деловой письменной и устной речью на русском языке, способностью в письменной и устной речи правильно (логично) оформить результаты мышления (ОК-5); |         |   |   |   | + |
| – способность к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, способность   | +       |   |   |   | + |

|  |  |   |   |   |   |
|--|--|---|---|---|---|
| самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений в области техники и технологии, математики, естественных, гуманитарных, социальных и экономических наук, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности, развития социальных и профессиональных компетенций (ОК-10). |  |   |   |   |   |
| <b>Общепрофессиональные компетенции:</b>   |  |   |   |   |   |
| – способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);   |  |   | + |   | + |
| – способность профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способность к проведению научного исследования и анализа полученных при его проведении результатов (ОПК-2)  |  | + | + | + | + |
| <b>Профессиональные компетенции:</b>   |  |   |   |   |   |
| – способность самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10);  |  |   | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация №1 – «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла» проведение практических занятий по практике «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» не предусмотрено.

## 6.2. Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по практике «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» выполняется в соответствии с Учебным планом в 6 семестре и занимает 64 акад. ч. и охватывает 1 – 4-й разделы практики. Лабораторные занятия проходят в учебных и научных лабораториях кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе, а также в виде экскурсий в ЦКП им. Д.И. Менделеева и в организации, деятельность которых связана с профилем изучаемой программы специалитета.

Лабораторные занятия проводятся в виде индивидуального задания и предусматривают посещение, ознакомление с направлениями научных исследований, освоение методов, приемов, технологий и программ научных исследований, приобретение практических навыков работы на приборах физико-химического анализа на кафедре и в ЦКП им. Д.И. Менделеева. Выполнение лабораторного практикума даёт знания о методиках исследовательской работы с редкими элементами.

В практикум входят 10 работ примерно по 6 часов на каждую работу. В зависимости от трудоёмкости включённых в практикум работ их число может быть уменьшено. По итогам выполнения лабораторных работ составляется итоговый отчет.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 60 баллов - максимально по 5 баллов за каждую работу и 10 – за представленный отчет. Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоёмкости.

### Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

| № п/п | № раздела практики | Наименование лабораторных работ  | Часы |
|-------|--------------------|--|------|
| 1     | 1                  | Ознакомление с научными направлениями и научно-исследовательскими лабораториями кафедры.   | 4    |
| 2     | 2                  | Ознакомление с тематикой работ и научными лабораториями предприятий организаций, деятельность которых связана с профилем изучаемой программы специалитета (2 экскурсии). | 18   |
| 3     | 3                  | Ознакомление с приборами и методами аналитического контроля, используемыми в технологии редких элементов   | 6    |
| 4     | 3                  | Ознакомление с основными процессами в технологии редких элементов.   | 6    |
| 5     | 3                  | Ознакомление с принципами построения технологических схем переработки редкометалльного сырья.  | 6    |
| 6     | 3                  | Ознакомление с основными методами очистки и разделения соединений редких элементов с близкими свойствами   | 6    |
| 7     | 3                  | Освоение процедуры выполнения процессов выщелачивания, жидкостной экстракции, ионообменной сорбции, осаждения при переработке редкометалльного сырья                     | 6    |
| 8     | 3                  | Освоение операций фильтрования, центрифугирования, осаждения, промывки, сушки осадка для проведения работ с редкометалльным сырьём                                       | 6    |
| 9     | 4                  | Знакомство с аналитическими приборами Центра коллективного пользования РХТУ им. Д.И. Менделеева (экскурсия).   | 6    |

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой практики «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» предусмотрена самостоятельная работа обучающихся в объеме 44 академических часов (33 астрономических часов).

Самостоятельная работа проводится с целью закрепления знаний по практике и предусматривает поэтапный анализ и обобщение материалов, полученных в ходе прохождения практики: ознакомление с целями и задачами учебной практики; ознакомление с историей кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе, организацией научных исследований на кафедре; посещение экскурсий на предприятия и в организации, деятельность которых связана с профилем изучаемой программы специалитета; работу с литературой и информационными материалами; анализ полученной информации; практическое освоение аналитических методов в лабораториях университета и анализ результатов.

Самостоятельная работа по программе прохождения учебной практики включает в себя выполнение индивидуального задания, которое разрабатывается руководителем практики с учетом специфики научно-исследовательской работы кафедры.

При прохождении учебной практики, обучающийся должен самостоятельно, обработать и систематизировать материалы, полученные в ходе выполнения индивидуального задания, изучить рекомендуемую литературу и информацию из интернет-ресурсов.

Каждый обучающийся на кафедре технологии редких элементов и наноматериалов на их основе оформляет отчет по учебной практике, который включает:

- историческую справку;
- номенклатуру выпускаемой продукции и виды научно-исследовательской деятельности предприятий, которые посетил обучающийся в процессе прохождения учебной практики; краткое описание основных технологических переделов производства с указанием применяемого оборудования; методы и формы контроля технологических процессов; правила техники безопасности, пожарной безопасности и охраны труда
- виды аналитического контроля редких элементов;
- краткое описание аппаратуры, используемой для аналитического контроля редких элементов;
- методы и формы контроля аналитических и технологических процессов;
- правила техники безопасности, пожарной безопасности и охраны труда при работе в химической лаборатории.

Самостоятельная работа, выполняемая обучающимся, является внеаудиторной и проводится без непосредственного участия преподавателя. Самостоятельная работа должна оказывать важное влияние на формирование личности будущего специалиста, и планируется обучающимся самостоятельно.

Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей самостоятельной работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным материалом.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ**

### **8.1. Примеры оценочных средств текущего контроля знаний**

Практика «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» проводится по индивидуальному заданию.

В ходе выполнения обучающимися отдельных разделов практики контролируется выполнение маршрута выполнения лабораторных работ и посещения экскурсий, полнота и качество собранного материала и наличие необходимого анализа полученных данных.

### **8.2. Примерная тематика реферативно-аналитической работы**

Рабочей программой практики «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» выполнение реферативно-аналитической работы не предусмотрено.

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения практики (зачет с оценкой)**

1. Понятия «редкий» элемент, «рассеянный» элемент.
2. Положение редких элементов в Периодической системе
3. Области применения редких элементов.
4. Понятие «руда», «минерал».
5. Понятие «концентрат», «хвосты»
6. Понятие «технологическая схема».
7. Понятие «ядерно-топливный цикл». Конструкционные и топливные материалы.
8. Понятие «породообразующие» минералы, «кларк».
9. Основные группы процессов в технологии редких металлов.
10. Особенности технологии редких элементов.
11. Понятие «вскрытие» минерала.
12. Понятие «разложение» минерала.
13. Понятие «выщелачивание».
14. Принципиальная технологическая схема переработки редкометалльного сырья.
15. Понятия минеральное, техногенное, вторичное сырье.
16. Понятия «щёлок (рудный)», «кек».
17. Принципиальное отличие процесса растворения от процесса выщелачивания твердой фазы. К каким объектам в технологии редких элементов применяют процесс «растворения»?
18. Понятия «экстракция (жидкостная)», «экстракт», «рафинат».
19. Что обуславливает высокая стоимость редкометалльного сырья?
20. Какие процессы относят к сольвометаллургическим?
21. Понятия «резэкстракция», «резэкстракт».
22. Современное состояние технологии редких металлов.
23. Понятие «ионообменная сорбция».
24. Понятие «товарный сорбционный регенерат (элюат)».
25. Понятие «аффинаж».
26. Понятия «термолиз», «пиролиз».
27. Понятие «рафинирование».
28. Понятие «прокаливание» (как аналитическая операция).
29. Металлы, интерметаллиды, сплавы как конечный продукт технологии.
30. Почему технологические схемы переработки редкометалльного сырья отличаются разнообразием и многостадийностью?
31. Почему технология редких элементов предъявляет высокие требования к чистоте промежуточных и особенно конечных продуктов.
32. Почему разложение редкометалльного сырья проводят, как правило, высокотемпературными методами?
33. Почему для получения концентратов редких металлов приходится применять сложные схемы обогащения сырья?
34. Основные методы очистки и разделения соединений редких элементов с близкими свойствами.
35. Лабораторная посуда для проведения процесса выщелачивания.
36. Лабораторная посуда для проведения процесса жидкостной экстракции.
37. Лабораторная посуда для проведения процесса ионообменной сорбции.
38. Лабораторная посуда для проведения процесса осаждения.
39. Процедура выполнения операции фильтрование.
40. Процедура выполнения операции центрифугирования.

41. Процедура выполнения операции осаждения, промывки осадка, его сушки.
42. Процедура выполнения операции прокаливание осадка.
43. Процедура выполнения операции измельчения твердых соединений.
44. История кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе. Название кафедры в разные годы.
45. Какие выдающиеся ученые работали на кафедре? Какие разработки ученых кафедры внедрены в промышленность?
46. Для каких отраслей готовят инженеров на кафедре технологии редких элементов и наноматериалов на их основе?
47. В каких научно-исследовательских институтах и отраслевых предприятиях работают выпускники кафедры после окончания университета?
48. Общие принципы поиска, обработки и анализа научно-технической информации с применением Internet-технологий.
49. Для решения каких задач был организован Центр коллективного пользования в РХТУ им. Д.И. Менделеева?
50. Методы анализов, используемые в ЦКП, приборное оснащение ЦКП.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### 8.2. Структура и пример билетов для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по практике «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» включает 2 контрольных вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов.

#### Пример билета к зачету с оценкой

|   |   |
|---|---|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. каф. ТРЭН</p> <p>_____</p> <p>С.И.Степанов</p> <p>_____ 202_ г.</p>   | <p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p>   |
|   | <p><b>Российский химико-технологический университет<br/>им. Д.И. Менделеева</b></p>                     |
|   | <p><b>Кафедра технологии редких элементов и наноматериалов<br/>на их основе</b></p>                     |
|   | <p><b>«Учебная практика: практика по получению первичных<br/>профессиональных умений и навыков»</b></p> |
| <p><b>Билет № 1</b></p>   |   |
| <p>1. Понятие «редкий», «рассеянный» элемент.</p> <p>2. Основные направления научно-исследовательских работ, проводимых на кафедре.</p> |   |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### *А. Основная литература*

1. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. В 3-х книгах.: Учебник для вузов / Под ред. С.С. Коровина. М.: МИСИС. Книга I: 1996. 376 с.; Книга II: 1999. 464 с. Книга III: 2003. 440с.1. Чекмарев А.М. Редкие металлы в природе / Учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2013. 84 с.
2. Чекмарев А.М. Применение редких металлов Учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2013. 48 с.
3. Чижевская С.В., Клименко О.М., Жуков А.В. Основы химии и технологии урана / Учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2015. 151 с.
4. Жуков А.В. Чижевская С.В. Техника лабораторных работ: Учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2015. 124 с.

#### *Б. Дополнительная литература*

1. Аналитическая химия. Методы идентификации и определения веществ : учебник / М. И. Булатов, А. А. Ганеев, А. И. Дробышев [и др.] ; под редакцией Л. Н. Москвина. Санкт-Петербург : Лань, 2019. 584 с. — ISBN 978-5-8114-3217-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112067> (дата обращения: 03.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Завалько Н.А.. Эффективность научно-образовательной деятельности в высшей школе. М.: ФЛИНТА, 2016. 142 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/86010/#1> (дата обращения 03.03.2020)
3. Ефимова И.Ю., Мовчан И.Н., Савельева Л.А. Новые информационно-коммуникационные технологии в образовании в условиях ФГОС:учебное пособие. М.: ФЛИНТА. 2017. 150 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/104905/#1> (дата обращения 03.03.2020)
4. Чекмарев А.М., Чижевская С.В., Харламов В.В., Пономарев Н.Л. Особенности химии и аналитического определения редких элементов (Литий, бериллий, редкоземельные элементы): Учебное пособие /Под ред. А.М. Чекмарева; М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 1988. 52 с.
5. Чижевская С.В., Чекмарев А.М. Особенности химии и аналитического определения редких элементов (Цирконий, гафний, ниобий, тантал, торий.): Учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. М., 1999. 79 с.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- Журнал «Химическая технология», ISSN 1684-5811
- Журнал «Разведка и охрана недр», ISSN 0034- 026X
- Журнал «Цветные металлы», ISSN 0372-2929
- Журнал «Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология»,  
ISSN 0579-2991

– Журнал «Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия», ISSN 0021-3438

- Журнал «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571;
- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 002-110X;
- Журнал «Успехи в химии и химической технологии» ISSN 1506-2017;
- Журнал «Известия Академии наук. Серия химическая» ISSN 0002-3353;
- Журнал «Вопросы атомной науки и техники. Серия: Термоядерный синтез», ISSN: 0202-3822;
- Журнал «Вопросы атомной науки и техники. Серия: Материаловедение и новые материалы» » ISSN: 0321-222X;
- Журнал «Перспективные материалы» ISSN 1028-978X;
- Журнал « IOP Conference Series: Materials Science and Engineering» ISSN 1757-8981;
- Журнал «Mendeleev Communications» ISSN: 0959-9436;
- Журнал «Materials Chemistry and Physics» ISSN: 0254-0584;
- Журнал «Nuclear Engineering and Technology» ISSN 1738-5733;

### 9.3. Средства обеспечения освоения практики

Для проведения практики «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» на кафедре технологии редких элементов и наноматериалов на их основе подготовлены следующие средства обеспечения ее прохождения;

- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины;
- методические указания для подготовки отчета по практике.

При реализации рабочей программы с использованием электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения прохождения практики:

- электронная информационно-образовательная среда РХТУ (ЭИОС);
- сервисы по доставке e-mail сообщений;
- платформа для проведения онлайн конференций и вебинаров – zoom (<https://zoom.us>).

Для освоения учебной практики используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

– Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации" [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 03.03.2020).

– Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/94/91/6/67> (дата обращения: 03.03.2020).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 03.03.2020).

- Положение о порядке организации практики (включающей, при



необходимости, порядок проведения практики с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, порядок проведения практики для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья) в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введено в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local\\_doc/POLOGENIE\\_o\\_PRAKTIKE\\_1.pdf](https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/POLOGENIE_o_PRAKTIKE_1.pdf) (дата обращения: 03.03.2020)

Для освоения практики обучающиеся должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.openedu.ru> (дата обращения: 03.03.2020).

– Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам". URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 03.03.2020).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 03.03.2020).

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося направлены на повышение ритмичности и эффективности его самостоятельной работы при прохождении учебной практики.

Прохождение практики «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» проводится в течение 6 семестра и включает 5 разделов. При составлении календарного плана учебной практики рекомендуется предусматривать ритмичность и регулярность выполнения отдельных ее частей (разделов).

Программа практики включает выполнение индивидуального задания, которое разрабатывается руководителем практики с учетом специфики научно-исследовательской работы кафедры.

Программа практики состоит из:

- посещения экскурсий с целью знакомства с направлениями научных исследований, проводимых в ЦКП им. Д.И. Менделеева и в организациях и на предприятиях, деятельность которых связана с профилем изучаемой программы специалитета;

- посещения, знакомства с направлениями научных исследований, проводимых в исследовательских лабораториях кафедры;

- выполнения лабораторных работ на приборах в лабораториях кафедры и в ЦКП ;

- сбора, систематизации, анализа научно-технической информации и написания отчёта по учебной практике.

В ходе выполнения обучающимися отдельных разделов практики контролируется полнота и качество собранного материала и наличие необходимого анализа полученных данных.

Завершающим этапом практики является подведение ее итогов.

Подведение итогов прохождения практики «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» предусматривает выявление степени выполнения обучающимся программы практики, полноты и качества

собранный материал, наличия необходимого анализа, расчетов, степени обоснованности выводов, выявление недостатков в прохождении практики, представленном материале и его оформлении, разработку мер и путей их устранения.

По результатам прохождения практики обучающийся составляет отчет.

Цель отчета – показать степень полноты выполнения обучающимся программы учебной практики.

При подготовке отчета о практике обучающийся должен сочетать практическую лабораторную работу по тематике индивидуального задания с теоретической проработкой вопроса с использованием рекомендованных информационных ресурсов.

Структурные элементы отчета по практике:

- титульный лист;
- содержание (наименование всех текстовых разделов отчета);
- введение – цель, место, дата начала и продолжительность практики;
- основная часть, содержащая результаты выполнения задач, решаемых обучающимся в процессе прохождения практики (усвоение понятия «редкие и рассеянные» элементы, положение их в Периодической системе, области применения, особенности технологии, основные группы процессов, принципы построения технологических схем, методы выделения и очистки редких элементов, методы аналитического контроля); результаты выполнения лабораторных работ;
- заключение (включая предложения по совершенствованию организации учебной, методической и воспитательной работы);
- список использованных литературных источников;
- приложения.

Основные требования, предъявляемые к оформлению отчета:

Минимальный объем отчета (основной текст) – 8-10 страниц машинописного текста на бумаге формата А4. Таблицы, схемы, рисунки, чертежи оформляются в виде приложения к отчету, и в основной объем отчета они не входят.

- шрифт Times New Roman, 14 пт, интервал 1,5, цвет шрифта – черный;
- размеры полей: левое, верхнее и нижнее - по 20 мм, правое - 10 мм;
- страницы нумеруют арабскими цифрами со сквозной нумерацией по всему тексту; титульный лист включают в общую нумерацию страниц отчета, но номер страницы на титульном листе не проставляют;
- ссылки на использованные источники располагают в тексте в порядке их появления и нумеруют арабскими цифрами без точки в квадратных скобках, например, [1]; [3-5].

При оформлении отчета следует ориентироваться на требования ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

Библиографические ссылки оформляют в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.

После представления отчета по практике руководителю практики, получения замечаний и рекомендаций и соответствующей доработки материала, обучающийся допускается к защите отчета на зачете с оценкой.

Отрицательный отзыв о работе студента во время практики, несвоевременная сдача отчета или неудовлетворительная оценка при защите отчета по практике считаются академической задолженностью

.Содержание и оформление отчета оценивается в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка за отчет по практике в семестре составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом, прохождение практики завершается итоговым контролем в форме зачета с оценкой. Максимальная оценка на зачете составляет 40 баллов.

Общая оценка результатов освоения практики складывается из числа баллов, набранных при оценке отчета по практике и при защите отчета и итогового опросе на зачете с оценкой.

Максимальная общая оценка за прохождение учебной практики составляет 100 баллов.

## **10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствуют п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1, либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ**

### **11.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Основной задачей преподавателей, проводящих практику «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» является ознакомление обучающегося с основами химии и технологии редких элементов и выработка понимания необходимости знания предмета для его дальнейшей работы исследователем в этой области в образовательных организациях высшего образования, институтах Российской академии наук, подразделениях Государственных корпораций, системе отраслевых исследовательских институтов

Учебная практика в основном проводится на кафедре.

Программа учебной практики разрабатывается руководителем практики с учетом специфики научно-исследовательской работы кафедры.

Программа практики включает выполнение индивидуального задания, которое представляет собой маршрут прохождения этапов выполнения практики и разрабатывается руководителем практики с учетом специфики научно-исследовательской работы кафедры.

При составлении календарного плана учебной практики рекомендуется предусматривать ритмичность и регулярность выполнения отдельных ее частей (разделов).

Предусматривается ознакомление обучающихся с тематикой работ и научными лабораториями кафедры, а также предприятий и организаций, деятельность которых связана с профилем изучаемой программы специалитета (2 экскурсии).

Перед выездом на экскурсию руководители практики от университета проводят собрания в группах, на которых разъясняют цели, задачи и порядок прохождения практики; знакомят с требованиями к отчетам по практике. Руководитель практики от университета обязан за 1-3 дня до начала практики обучающихся прибыть на предприятие и решить организационные вопросы совместно с руководителем практики от предприятия. По прибытии на предприятие перед началом обучающиеся в обязательном порядке проходят инструктаж по противопожарной безопасности и охране труда, знакомятся с правилами внутреннего распорядка на предприятии. Ознакомительная работа обучающихся во время прохождения практики должна контролироваться руководителями практики от предприятия и университета в установленном порядке.

Для более глубокого изучения материала преподаватель предоставляет обучающимся информацию о возможностях использования Интернет-ресурсов по разделам практики.

Контроль прохождения практики «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков предусматривает: выявление степени выполнения обучающимся индивидуального задания по освоению программы практики, полноты и качества собранного материала, наличия необходимого анализа, расчетов, степени обоснованности выводов, выявление недостатков в прохождении практики и разработку мер и путей их устранения, консультации по представленному отчету и его оформлению

Основным мероприятием итогового контроля прохождения учебной практики в 6 семестре является Зачет с оценкой.

### **11.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль и самостоятельная работа.

При реализации рабочей программы практики, в зависимости от конкретной ситуации, ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается) и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн.

## **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева обеспечивает информационную поддержку всем направлениям деятельности университета, содействует подготовке высококвалифицированных специалистов, совершенствованию учебного процесса, научно-исследовательской работы, способствует развитию профессиональной культуры будущего специалиста.

ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по всем дисциплинам, практикам и ГИА основной образовательной программы и гарантирует возможность качественного освоения обучающимися образовательной программы по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики,.

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2020 составляет 1 715 452 экз.

Фонд дополнительной литературы включает, помимо учебной литературы, официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания.

Информационно-библиотечный центр обеспечивает самостоятельную работу обучающихся в читальных залах, предоставляя широкий выбор литературы по актуальным направлениям, а также обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

### Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

| № | Электронный ресурс                           | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей  | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором  |
|---|--|--|--|
| 1 | Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ» | <p>Принадлежность - сторонняя</p> <p>Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г.</p> <p>Сумма договора – 642 083-68</p> <p>Срок действия с «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Дополнительный Договор № 33.03-Р-3.1-2217/2020 от 02.03.2020 г.</p> <p>Сумма договора- 30 994-52</p> <p>Срок действия с «02» марта 2020 г. по «25» сентября 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020</p> | <p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки"-изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика»-изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент»- изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
|   |   | <p>Сумма договора – 747 661-28<br/> Срок действия Договора с «26» сентября 2020г. по «25» сентября 2021г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.<br/> Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>                              |  |
| 2 | <p>Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им.Д.И.Менделеева (на базе ИБС «Ирбис»)</p> | <p>Принадлежность – собственная РХТУ.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a><br/> Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера</p>   | <p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>  |
| 3 | <p>Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».</p>  | <p>Принадлежность сторонняя.<br/> Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 189-2647А/2019 От 09.01.2020 г.<br/> Сумма договора – 601110-00 С «01» января.2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a><br/> Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.</p> | <p>Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД</p>   |
| 4 | <p>Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ).</p>                                      | <p>Принадлежность – сторонняя<br/> Реквизиты договора – ФГБУ РГБ, Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br/> Сумма договора - 398 840-00 С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a><br/> Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.</p>   | <p>В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.</p> |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 5 | БД ВИНТИ РАН  | Принадлежность сторонняя,<br>Реквизиты договора- ВИНТИ<br>РАН<br>Договор № 33.03-Р-3.1-<br>2047/2019 от 25 февраля 2020 г.<br>Сумма договора - 100 000-00<br>С «25» февраля 2020 г.<br>по «24 » февраля 2021 г.<br>Ссылка на сайт-<br><a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a><br>Количество ключей –<br>локальный доступ для<br>пользователей РХТУ в ИБЦ<br>РХТУ.     | Крупнейшая в России баз<br>данных по естественным,<br>точным и техническим наукам.<br>Включает материалы РЖ<br>(Реферативного журнала)<br>ВИНТИ с 1981 г. Общий<br>объем БД - более 28 млн.<br>документов   |
| 6 | Научно-<br>электронная<br>библиотека<br>«eLibrary.ru» | Принадлежность – сторонняя<br>Реквизиты договора –<br>ООО Научная электронная<br>библиотека,<br>договор № 33.03-Р-3.1<br>2087/2019<br>Сумма договора – 1100017-00<br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт –<br><a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a><br>Количество ключей – доступ<br>для пользователей РХТУ по ip-<br>адресам неограничен. | Научная электронная<br>библиотека eLIBRARY.RU - это<br>крупнейший российский<br>информационно-аналитический<br>портал в области науки,<br>технологии, медицины и<br>образования, содержащий<br>рефераты и полные тексты<br>более 29 млн научных статей и<br>публикаций, в том числе<br>электронные версии более 5600<br>российских научно-<br>технических журналов. |
| 7 | Справочно-<br>правовая система<br>«Консультант+»      | Принадлежность сторонняя-<br>Договор № 174-247ЭА/2019<br>от 26.12.2019 г.<br>Сумма договора - 927 029-80<br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт-<br><a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a><br>Количество ключей – 50<br>пользовательских лицензий по<br>ip-адресам.   | Справочно-правовая система по<br>законодательству Российской<br>Федерации.  |
| 8 | Справочно-<br>правовая система<br>Гарант»             | Принадлежность сторонняя<br>Договор №166-235ЭА/2019<br>от 23.12.2019 г.<br>Сумма договора - 603 949-84<br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт –<br><a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a><br>Количество ключей – 50<br>пользовательских лицензий по<br>ip-адресам.  | Гарант — справочно-правовая<br>система по законодательству<br>Российской Федерации.   |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 9  | Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"   | <p>Принадлежность сторонняя-«Электронное издательство ЮРАЙТ»<br/> Договор № 33.03-Р-3.1-220/2020 от 16.03.2020 г.<br/> Сумма договора - 324 000-00</p> <p>С «16» марта 2020 г.<br/> по «15» марта 2021 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> | <p>Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.</p> |
| 10 | Электронно-библиотечная система «Консультант студента» | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «Политехресурс»<br/> Договор № 33.03-Р-3.1-218/2020 От «16» марта 2020 г.<br/> Сумма договора-36 500-00</p> <p>С «17» марта 2020 г.<br/> по «16» марта 2021 г<br/> Ссылка на сайт –<br/> <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>         | <p>Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».</p>  |
| 11 | Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»          | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «ЗНАНИУМ»,<br/> Договор № 4309 эбс 33.03-Р-3.1-2215/2020<br/> от «20» марта 2020 г.<br/> Сумма договора-30 000-00<br/> С «20» марта 2020 г.<br/> по «19» марта 2021г</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>                | <p>Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.</p>  |
| 12 | Информационно-аналитическая система Science Index      | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «Научная электронная библиотека»<br/> Договор № SIO-364/19 33.03-Р-3.1-2103/2019<br/> от «17» февраля 2020 г.</p>   | <p>Дистанционная поддержка публикационной активности преподавателей университета</p>   |



|    |                              |  |   |
|----|------------------------------|--|---|
|    |                              | <p>Сумма договора-90 000-00</p> <p>с «17» февраля 2020 г.<br/>по «16» февраля 2021 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a><br/>Количество ключей –<br/>локальный доступ для<br/>сотрудников ИБЦ</p>   |   |
| 13 | Издательство<br>Wiley        | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо<br/>РФФИ от 07.07.2020 г. № 694</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a><br/>Количество ключей - доступ для<br/>пользователей РХТУ по IP-<br/>адресам неограничен. Возможен<br/>удаленный доступ после<br/>индивидуальной регистрации.</p> | Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.  |
| 14 | QUESTEL ORBIT                | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо<br/>РФФИ от 09.10.2020 г. № 1162</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://orbit.com">https://orbit.com</a><br/>Количество ключей – доступ<br/>для пользователей РХТУ по ip-<br/>адресам неограничен.</p>  | ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов. |
| 15 | American Chemical<br>Society | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо<br/>РФФИ от 25.06.2020 г. № 637</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a><br/>Количество ключей – доступ</p>  | Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society   |

|    |   |  |  |
|----|---|--|--|
|    |   | <p>для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>         Настройка удаленного доступа:<br/> <a href="https://pubs.acs.org/page/remotearchives">https://pubs.acs.org/page/remotearchives</a></p>   |  |
| 16 | База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>         Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>         Информационное письмо РФФИ от 10.07.2020 г. № 712</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>         по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>         Удаленный доступ.</p>   | <p>Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза.<br/>         Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.</p> |
| 17 | Ресурсы международной компании Clarivate Analytics                | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>         Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>         Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 692</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>         по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>         Удаленный доступ.</p> | <p>Открыт доступ к ресурсам:<br/>         WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных.<br/>         MEDLINE – реферативная база данных по медицине.</p>   |
| 18 | Электронные ресурсы издательства SpringerNature                   | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>         Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>         Информационное письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>         по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт</p>   | <p>- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a><br/>         Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a><br/>         - Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing</p>  |

|    |   |  |   |
|----|---|--|---|
|    |   | <p><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a><br/>         Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ.</p>  | <p>Group<br/> <a href="https://www.nature.com/siteindex/index.html">https://www.nature.com/siteindex/index.html</a><br/>         - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols<br/> <a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a><br/>         - Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database)<br/> <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a><br/>         - Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме<br/>         - Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH<br/> <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a><br/>         - Nano Database<br/> <a href="https://goo.gl/PdhJdo">https://goo.gl/PdhJdo</a><br/>         Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a></p> |
| 19 | База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 635</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a><br/>         Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.</p> | <p>SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.</p>   |
| 20 | Коллекции издательства Elsevier на платформе              | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо</p>   | <p>«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по</p>  |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
|    | ScienceDirect  | РФФИ от 07.07.2020 г. № 772<br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br><br>Ссылка на сайт –<br><a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a><br>Количество ключей – доступ<br>для пользователей РХТУ по<br>ip-адресам.<br>Удаленный доступ.   | различным отраслям знаний,<br>включающая не менее 2000<br>наименований электронных<br>журналов.<br>«Freedom Collection eBook<br>collection» — содержит более 5<br>000 книг по 24 различным<br>предметным областям<br>естественных, технических и<br>медицинских наук.<br>Доступ к архивам 2015-2019 гг. |
| 21 | American Institute<br>of Physics (AIP)                                   | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка<br>(Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо<br>РФФИ от 19.10.2020 № 1188<br><br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт –<br><a href="http://scitation.aip.org">http://scitation.aip.org</a><br><br>Количество ключей – доступ<br>для пользователей РХТУ по<br>ip-адресам неограничен.<br>Настройка удаленного доступа:<br><a href="https://www.scitation.org/remote-access">https://www.scitation.org/remote-<br/>access</a> | Коллекция журналов по<br>техническим и естественным<br>наукам издательства<br>Американского института<br>физики (AIP).  |
| 22 | Scopus   | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка<br>(Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо<br>РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189<br><br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт –<br><a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a> .<br>Количество ключей – доступ<br>для пользователей РХТУ по<br>ip-адресам неограничен.<br>Удаленный доступ.  | Мультидисциплинарная<br>реферативная и<br>наукометрическая база данных<br>издательства ELSEVIER   |
| 23 | Royal Society of<br>Chemistry<br>(Королевское<br>химическое<br>общество) | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка<br>(Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо<br>РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196<br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт –<br><a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a>   | Коллекция включает 44<br>журнала. Тематика:<br>органическая, аналитическая,<br>физическая химия, биохимия,<br>электрохимия, химические<br>технологии.   |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br>Настройка удаленного доступа:<br><a href="https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access">https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access</a> |  |
|--|--|--|

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов.

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

152. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>

Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

153. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>

В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

154. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>

База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

155. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

156. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

157. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>

Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

158. База данных химических соединений ChemSpider

<http://www.chemspider.com/>

ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

159. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>

PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

160. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>

Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.

161. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>

Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

162. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)

[http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru)

Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

### **13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ**

В соответствии с учебным планом, проведение практики «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» проводятся в форме лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

Учебная практика проводится в форме ознакомительной работы обучающегося, в основном на кафедре на кафедре технологии редких элементов и наноматериалов на их основе и включает теоретическое и практическое освоение программы прохождения практики с использованием материально-технической базы кафедры.

#### **13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

- Лаборатории кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе, оснащенные общехимическим и специальным оборудованием и аналитическими приборами;
- Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для обучающихся, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных

#### **13.2. Учебно-наглядные пособия:**

Учебно-наглядные пособия при выполнении практики не используются

**13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

#### 13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по специализации, справочные материалы, кафедральная библиотека книжных изданий, журналов и диссертационных работ.

Электронные образовательные ресурсы: справочные материалы в электронном виде.

#### 13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|--|--|--|---|
| 1     | <p>Неисключительная лицензия на использование Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprise</p> <p>В составе:</p> <p>50) В составе Microsoft Office Professional Plus 2019:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> <p>51) Microsoft Core CAL</p> <p>52) Microsoft Windows Upgrade</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>657 комплектов.</p> <p>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p> <p>Каждый комплект включает:</p> <p>1) Лицензию на комплекс для создания презентаций, электронных текстов и таблиц, обработки баз данных Microsoft Office.</p> <p>2) Лицензию для подключения пользователей к серверным системам Microsoft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exchange Server Standard,</li> <li>• Exchange Server Enterprise,</li> <li>• SharePoint Server,</li> <li>• Skype для бизнеса Server,</li> <li>• Windows MultiPoint Server Premium,</li> <li>• Windows Server Standard,</li> <li>• Windows Server Data Center</li> </ul> <p>3) Лицензию на</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии |
|-------|--|--|--|----------------------------------|
|       |  |  | <p>обновление операционной системы для рабочих станций Windows 10.</p> <p>Дополнительно на ВУЗ предоставляется право на использование 1 (одной) лицензии средств разработки в рамках учебных компьютеров одного технического, естественнонаучного факультета (кафедры) и предоставления студентам для целей обучения Azure Dev Tools for Teaching.</p> <p>Количество активаций неограниченно в рамках подразделения.</p> |                                  |
| 2     | <p>Неисключительная лицензия на использование Учебный Комплект Компас-3D v18 на 50 мест.</p> <p>Проектирование и конструирование в машиностроении, лицензия.</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>2 лицензии на учебный комплект программного обеспечения для проектирования и конструирования в машиностроении, рассчитанные на активацию на 50 мест каждая.</p>   | бессрочно                        |
| 3     | <p>Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users</p>   | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>1 (одна) сетевая лицензия на 200 пользователей</p>  | бессрочно                        |
| 4     | <p>Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition Legalization GetGenuine</p>   | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>150 лицензий.</p> <p>Соглашение Microsoft OLV № V6159937</p>  | бессрочно                        |



| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---|--|
|       | Legalization   |                                       |   |  |
| 5     | <p>Неисключительная лицензия на использование SysCtrDatactrCore ALNG LicSAPk OLVS 16License E 1Y AcademicEdition Additional Product CoreLic</p> <p>Предоставляет право на использование продуктов Microsoft: Configuration Manager Data Protection Manager Endpoint Protection Operations Manager Orchestrator Service Manager Virtual Machine Manager</p> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (один) комплект, включающий 16 (шестнадцать) лицензий для активации на 16 (шестнадцати) физических процессорных ядрах. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 6     | <p>Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP</p> <p>Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams</p>  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907   | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|--|--|--|---|
| 7.    | <p>Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsvL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft</p> <p>Приложения в составе подписки:<br/>Outlook<br/>OneDrive<br/>Word<br/>Excel<br/>PowerPoint<br/>Microsoft Teams</p>              | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>26280 лицензий для студентов ВУЗа.<br/>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 8.    | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License</p> <p>По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах</p>                    | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 9.    | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License</p> <p>По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред</p>     | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>20 лицензий для виртуальных и облачных сред</p>                                   | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий                 | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|--|
| 10.   | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2000 лицензий для почтовых серверов | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

#### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов практики   | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки  |
|--|--|---|
| <p><b>Раздел 1. Введение.</b><br/>История и современная деятельность кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе</p>                     | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- порядок проведения и обеспечения образовательной деятельности по профилю изучаемой программы специалитета;</li> <li>- порядок проведения и обеспечения научно-исследовательских работ с использованием современных физико-химических методов анализа</li> <li>- правила техники безопасности, экологии и производственной санитарии;</li> </ul>  | <p>Оценка за лабораторную работу к разделу 1.</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p>  |
| <p><b>Раздел 2.</b><br/>Ознакомительные экскурсии на предприятия и в организации, деятельность которых связана с профилем изучаемой программы специалитета</p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- порядок проведения и обеспечения научно-исследовательских работ с использованием современных физико-химических методов анализа</li> <li>- правила техники безопасности, экологии и производственной санитарии;</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью и готовностью к исследовательской деятельности по профилю изучаемой программы.</li> </ul>   | <p>Оценка за лабораторные работы к разделу 2.</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p>  |
| <p><b>Раздел 3. Знакомство с организацией научно-исследовательской деятельности в аналитических лабораториях кафедры</b></p>                                   | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- порядок проведения и обеспечения научно-исследовательских работ с использованием современных физико-химических методов анализа</li> <li>- правила техники безопасности, экологии и производственной санитарии;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать современные приборы и методики по профилю программы, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью и готовностью к исследовательской деятельности по профилю изучаемой программы;</li> <li>- способностью на практике использовать умения и навыки в проведении химических и изотопных анализов с использованием современной аппаратуры.</li> </ul> | <p>Оценка за лабораторные работы к разделу 3.</p> <p>Оценка за зачет с оценкой.</p> |
| <p><b>Раздел 4. Знакомство с организацией научно-</b></p>  | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- порядок проведения и обеспечения</li> </ul>  | <p>Оценка за лабораторную</p>   |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>исследовательской деятельности ЦКП, ИБЦ, Музеем истории РХТУ им. Д.И. Менделеева</p> | <p>научно-исследовательских работ с использованием современных физико-химических методов анализа</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правила техники безопасности, экологии и производственной санитарии;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать современные приборы и методики по профилю программы, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью и готовностью к исследовательской деятельности по профилю изучаемой программы;</li> <li>- способностью на практике использовать умения и навыки в проведении химических и изотопных анализов с использованием современной аппаратуры.</li> </ul> | <p>работу к разделу 4.</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p>                 |
| <p>Раздел 5. Оформление отчета о прохождении практики.</p>                              | <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать современные приборы и методики по профилю программы, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками написания отчёта по учебной практике.</li> </ul>   | <p>Оценка за отчет по практике</p> <p>Оценка при сдаче зачета с оценкой</p> |

## **15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Положением о порядке организации практики (включающей, при необходимости, порядок проведения практики с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, порядок проведения практики для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья) в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе**  
**«Учебная практика: практика по получению первичных**  
**профессиональных умений и навыков»**

**основной образовательной программы**  
**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

код и наименование направления подготовки (специальности)

**специализация №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного**  
**цикла»**

наименование ООП

Форма обучения: очная

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения                          |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
| 2.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
| 3.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
| 4.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«Утверждаю»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
«ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА:  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА»**

**Специальность 18.05.02 Химическая технология материалов  
современной энергетики**

**Специализация №1 «Химическая технология материалов ядерного  
топливного цикла»**

**Квалификация «инженер»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2020 г.**



Программа составлена:

Д.х.н., профессором, заведующим каф. технологии редких элементов и наноматериалов на их основе, С.И. Степановым,

Д.х.н., профессором, профессором каф. технологии редких элементов и наноматериалов на их основе С.В. Чижевской

Д.т.н., профессором, профессором каф. технологии редких элементов и наноматериалов на их основе И.Д. Трошкиной

К.х.н., доцентом кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе А.В. Жуковым

К.х.н., доцентом кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе А.В. Бояринцевым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе «10» марта 2020 г., протокол № 14.

## СОДЕРЖАНИЕ

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | Цели и задачи практики   | 4  |
| 2.    | Требования к результатам освоения практики   | 4  |
| 3.    | Объем практики и виды учебной работы   | 6  |
| 4.    | Содержание практики  | 7  |
| 4.1.  | Разделы практики и виды занятий  | 7  |
| 4.2.  | Содержание разделов практики   | 7  |
| 5.    | Соответствие содержания требованиям к результатам освоения практики  | 8  |
| 6.    | Практические и лабораторные занятия  | 10 |
| 6.1.  | Практические занятия   | 10 |
| 6.2.  | Лабораторные занятия   | 10 |
| 7.    | Самостоятельная работа   | 10 |
| 8.    | Примеры оценочных средств для контроля освоения практики   | 11 |
| 8.1.  | Примерный перечень тем научно-исследовательских работ  | 11 |
| 8.2.  | Примеры вопросов для текущего контроля освоения практики   | 13 |
| 8.3.  | Итоговый контроль освоения практики (зачет с оценкой)  | 13 |
| 9.    | Учебно-методическое обеспечение практики   | 14 |
| 9.1.  | Рекомендуемая литература   | 14 |
| 9.2.  | Рекомендуемые источники научно-технической информации  | 15 |
| 9.3.  | Средства обеспечения освоения практики   | 16 |
| 10.   | Методические указания для обучающихся  | 17 |
| 10.1. | Для студентов, обучающихся без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                                | 17 |
| 10.2. | Для студентов, обучающихся с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                                 | 19 |
| 11.   | Методические указания для преподавателей   | 19 |
| 11.1. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий | 19 |
| 11.2. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий  | 20 |
| 12.   | Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе  | 20 |
| 13.   | Материально-техническое обеспечение практики   | 30 |
| 13.1. | Оборудование, необходимое в образовательном процессе   | 31 |
| 13.2. | Учебно-наглядные пособия   | 31 |
| 13.3. | Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства  | 31 |
| 13.4. | Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы  | 31 |
| 13.5. | Перечень лицензионного программного обеспечения  | 31 |
| 14.   | Требования к оценке качества освоения практики   | 36 |
| 15.   | Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья                                 | 38 |

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для специальности 18.05.02. Химическая технология материалов современной энергетики, по специализации №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом проведения практик кафедрой технологии редких элементов и наноматериалов на их основе РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к базовой части учебного плана, к блоку 2 «Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)» и рассчитана на рассредоточенное прохождение практики в течение 8, 9 и 10 семестров. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии материалов современной энергетики, в том числе – химии и технологии редких элементов, и могут проводить экспериментальные исследования по соответствующим разделам этой области химии.

**Цель практики «Производственная практика: научно-исследовательская работа»** – формирование необходимых компетенций и приобретения навыков для осуществления научно-исследовательской деятельности по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики посредством планирования и осуществления экспериментальной деятельности, овладения методологией и методами обработки результатов научных исследований.

**Задачами практики «Производственная практика: научно-исследовательская работа»** являются:

- формирование у обучающихся целостного представления об организации научно-исследовательской деятельности и системе управления научными исследованиями;
- приобретение опыта организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы;
- освоение методов, приёмов, технологий анализа и систематизации научно-технической информации, разработки планов и программ проведения научных исследований;
- развитие у обучающихся личностно-профессиональных качеств учёного-исследователя, определение направлений перспективных исследований с учётом мировых тенденций развития науки, техники и технологий;
- выполнения научно-технических работ в интересах научных организаций, предприятий промышленности.

Способ проведения практики: **стационарная.**

Контроль успеваемости обучающихся ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Проведение практики «Производственная практика: научно-исследовательская работа» при подготовке инженеров по специальности 18.05.02. Химическая технология материалов современной энергетики, специализации №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла» направлена на формирование следующих компетенций:

**Общекультурные компетенции:**

- способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения (ОК-4);
- способность к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, способностью самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений в области техники и технологии, математики, естественных, гуманитарных, социальных и экономических наук, в том числе

в новых областях, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности, развития социальных и профессиональных компетенций (ОК-10);

- готовность критически оценивать свои достоинства и недостатки, наметить пути и выбрать средства развития достоинств и устранения недостатков (ОК-11)

- понимание роли охраны окружающей среды и рационального природопользования и для развития и сохранения цивилизации (ОК-13);

***Общепрофессиональные компетенции:***

- способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

- способность профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2);

- способность использовать методы математического моделирования отдельных стадий и всего технологического процесса, к проведению теоретического анализа и экспериментальной проверке адекватности модели (ОПК-3)

***Профессиональные компетенции:***

- способность проводить радиометрические и дозиметрические измерения и корректно обрабатывать экспериментальные данные (ПК-6);

- способность обеспечить безопасное проведение работы с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения (ПК-7);

- готовность использовать действующие российские «Нормы радиационной безопасности» и другие нормативные документы в области радиационной и ядерной безопасности (ПК-8);

- способность к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач (ПК-9);

- способность самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10);

- готовность использовать методы оценки риска и разрабатывать меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий обращения с объектами профессиональной деятельности (ПК-11);

- способность представлять результаты исследования в формах отчётов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способностью формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ПК-12).

***Профессионально-специализированные компетенции:***

- способность к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1);

- способность осуществлять контроль за сбором, хранением и переработкой радиоактивных отходов различного уровня активности с использованием передовых методов обращения с РАО (ПСК 1.2).

В результате прохождения практики обучающийся должен:

***знать:***

– подходы к организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы;

– принципы организации проведения экспериментов и испытаний;

– принципы и способы защиты объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности.

***уметь:***

- выполнять поиск, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, осуществлять выбор методик и средств решения задач, поставленных программой НИР;
- выполнять обработку и анализ результатов экспериментов и испытаний;
- анализировать возникающие в научно-исследовательской деятельности затруднения и способствовать их разрешению.

**владеть:**

- приемами разработки планов и программ проведения научных исследований, технических разработок, заданий для исполнителей.
- методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы;
- способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ;
- навыками критического анализа научно-технической литературы, разработки и формулирования собственных методологических подходов к решению научных проблем.

**3. Объем ПРАКТИКИ и виды учебной работы**

«Производственная практика: научно-исследовательская работа» проводится в 8, 9 и 10 семестрах обучения на базе знаний, полученных при изучении дисциплин по специальности 18.05.02. Химическая технология материалов современной энергетики. . Контроль освоения обучающимися материала практики осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

| Виды учебной работы  | Всего                  |            | 8 семестр              |            | 9 семестр              |            | 10 семестр             |            |
|--|------------------------|------------|------------------------|------------|------------------------|------------|------------------------|------------|
|  | Зачет. ед.             | Акад. час. | Зачет. ед.             | Акад. час. | Зачет. ед.             | Акад. час. | Зачет. ед.             | Акад. час. |
| <b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>               | <b>18</b>              | <b>648</b> | <b>3</b>               | <b>108</b> | <b>6</b>               | <b>216</b> | <b>9</b>               | <b>324</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия</b>                      | <b>9,3</b>             | <b>334</b> | <b>1,8</b>             | <b>64</b>  | <b>3</b>               | <b>108</b> | <b>4,5</b>             | <b>162</b> |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 9,3                    | 334        | 1,8                    | 64         | 3                      | 108        | 4,5                    | 162        |
| <b>Самостоятельная работа (СР)</b>                                 | <b>8,7</b>             | <b>314</b> | <b>1,2</b>             | <b>44</b>  | <b>3</b>               | <b>108</b> | <b>4,5</b>             | <b>162</b> |
| Контактная самостоятельная работа                                  |                        | 1,2        |                        | 0,4        |                        | 0,4        |                        | 0,4        |
| Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР | 8.7                    | 312,8      | 1,2                    | 43,6       | <b>3</b>               | 107,6      | <b>4,5</b>             | 161,6      |
| <b>Вид контроля:</b>   | <b>зачет с оценкой</b> |            | <b>зачет с оценкой</b> |            | <b>зачет с оценкой</b> |            | <b>зачет с оценкой</b> |            |

| Виды учебной работы                                  | Всего      |            | 8 семестр  |            | 9 семестр  |            | 10 семестр |            |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|  | Зачет. ед. | Астр. час. | Зачет. ед. | Астр. час. | Зачет. ед. | Астр. час. | Зачет. ед. | Астр. час. |
| <b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b> | <b>18</b>  | <b>468</b> | <b>3</b>   | <b>81</b>  | <b>6</b>   | <b>162</b> | <b>9</b>   | <b>243</b> |

|  |                        |              |                        |           |                        |           |                        |              |
|--|------------------------|--------------|------------------------|-----------|------------------------|-----------|------------------------|--------------|
| <b>Контактная работа –аудиторные занятия</b>                       | <b>9,3</b>             | <b>250,5</b> | <b>1,8</b>             | <b>48</b> | <b>3</b>               | <b>81</b> | <b>4,5</b>             | <b>121,5</b> |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 9,3                    | 250,5        | 1,8                    | 48        | 3                      | 81        | 4,5                    | 121,5        |
| <b>Самостоятельная работа (СР)</b>                                 | <b>8,7</b>             | <b>235,5</b> | <b>1,2</b>             | <b>33</b> | <b>3</b>               | <b>81</b> | <b>4,5</b>             | <b>121,5</b> |
| Контактная самостоятельная работа                                  |                        | 0,9          |                        | 0,3       |                        | 0,3       |                        | 0,3          |
| Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР | 8,7                    | 234,6        | 1,2                    | 32,7      | 3                      | 80,7      | 4,5                    | 121,2        |
| <b>Вид контроля:</b>   | <b>зачет с оценкой</b> |              | <b>зачет с оценкой</b> |           | <b>зачет с оценкой</b> |           | <b>зачет с оценкой</b> |              |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

##### 4.1. Разделы практики и виды занятий

| Раздел | Название раздела  | Академ. часов |             |                |                 |
|--------|---|---------------|-------------|----------------|-----------------|
|        |   | Всего         | Лаб. работы | Самост. работа | Зачет с оценкой |
| •      | <b>Раздел 1. Подготовка аналитического обзора и обоснование методик эксперимента</b>  | <b>66</b>     | <b>12</b>   | <b>54</b>      | <b>+</b>        |
| •      | <b>Раздел 2. Выполнение научных исследований и обработка экспериментальных данных</b> | <b>516</b>    | <b>310</b>  | <b>206</b>     | <b>+</b>        |
| •      | <b>Раздел 3. Написание отчета и подготовка научного доклада и презентации</b>         | <b>66</b>     | <b>12</b>   | <b>54</b>      | <b>+</b>        |
|        | <b>Итого:</b>   | <b>648</b>    | <b>334</b>  | <b>314</b>     |                 |

##### 4.2. Содержание разделов практики

###### **Раздел 1. Подготовка аналитического обзора и обоснование методик эксперимента.**

Составление плана научно-исследовательской работы: литературный обзор по теме НИР, теоретическая часть исследования, практическая часть исследования. Постановка цели и задач исследования. Объект и предмет исследования. Цели и задачи исследования. Проведение анализ информации по теме НИР и составление аналитического отчета. Методики проведения экспериментальных исследований. Методики обработки результатов экспериментов и их анализа.

###### **Раздел 2. Выполнение научных исследований и обработка экспериментальных данных.**

Составление плана экспериментов. Выполнение научных исследований для получения практических результатов. Обработка экспериментальных данных, интерпретация и обобщение результатов исследования.

###### **Раздел 3. Написание отчета и подготовка научного доклада и презентации.**

Подготовка и написание отчета. Подготовка текстовых, графических и мультимедийных материалов для научного доклада. Подготовка презентации доклада по теме научно-исследовательской работы.

### 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

| В результате прохождения практики обучающийся должен:  | Раздел |   |   |
|--|--------|---|---|
|  | 1      | 2 | 3 |
| <b>Знать:</b>  |        |   |   |
| – подходы к организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы   | +      | + | + |
| – принципы организации проведения экспериментов и испытаний  | +      | + |   |
| – принципы и способы защиты объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности  | +      |   | + |
| <b>Уметь:</b>  |        |   |   |
| – выполнять поиск, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, осуществлять выбор методик и средств решения задач, поставленных программой НИР   | +      | + |   |
| – проводить экспериментальные исследования, обрабатывать, анализировать и интерпретировать полученные результаты   |        | + |   |
| – анализировать возникающие в научно-исследовательской деятельности затруднения и способствовать их разрешению   | +      | + |   |
| <b>Владеть:</b>  |        |   |   |
| – приёмами разработки планов и программ проведения научных исследований, технических разработок, заданий для исполнителей.   | +      |   |   |
| – методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы  | +      | + |   |
| ○ способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ;   |        | + |   |
| – навыками критического анализа научно-технической литературы, разработки и формулирования собственных методологических подходов к решению научных проблем   | +      |   | + |
| В результате прохождения практики обучающийся должен приобрести следующие <b>компетенции:</b>  |        |   |   |
| <b>Общекультурные компетенции:</b>   |        |   |   |
| – способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения (ОК-4);  | +      |   | + |
| – способность к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, способностью самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений в области техники и технологии, математики, естественных, гуманитарных, социальных и экономических наук, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности, развития социальных и профессиональных компетенций (ОК-10); | +      |   |   |
| – готовность критически оценивать свои достоинства и недостатки, наметить пути и выбрать средства развития достоинств и устранения недостатков (ОК-11)   | +      | + | + |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| – понимание роли охраны окружающей среды и рационального природопользования и для развития и сохранения цивилизации (ОК-13);  | + | + | + |
| <b>Общепрофессиональные компетенции:</b>  |   |   |   |
| – способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);  | + | + | + |
| – способность профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способность к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2);  |   | + | + |
| – способность использовать методы математического моделирования отдельных стадий и всего технологического процесса, к проведению теоретического анализа и экспериментальной проверке адекватности модели (ОПК-3)  |   | + |   |
| <b>Профессиональные компетенции:</b>  |   |   |   |
| – способность проводить радиометрические и дозиметрические измерения и корректно обрабатывать экспериментальные данные (ПК-6);  |   | + |   |
| – способность обеспечить безопасное проведение работы с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения (ПК-7);   |   | + |   |
| – готовность использовать действующие российские «Нормы радиационной безопасности» и другие нормативные документы в области радиационной и ядерной безопасности (ПК-8);   |   | + | + |
| – способность к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач (ПК-9);   | + | + | + |
| – способность самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10); |   | + |   |
| – готовность использовать методы оценки риска и разрабатывать меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий обращения с объектами профессиональной деятельности (ПК-11);  |   | + |   |
| – способность представлять результаты исследования в формах отчётов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способностью формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ПК-12).                            | + |   | + |
| <b>Профессионально-специализированные компетенции:</b>  |   |   |   |
| – способность к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1);                             |   | + |   |
| – способность осуществлять контроль за сбором, хранением и переработкой радиоактивных отходов различного уровня активности с использованием передовых методов обращения с РАО (ПСК 1.2).  |   | + |   |



### **6.1. Практические занятия**

Учебным планом подготовки инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла» проведение практических занятий по практике «Производственная практика: научно-исследовательская работа» не предусмотрено.

### **6.2. Лабораторные занятия**

Лабораторный практикум по практике «Производственная практика: научно-исследовательская работа» на кафедре технологии редких элементов и наноматериалов на их основе выполняется в соответствии с Учебным планом в 8, 9 и 10 семестрах и занимает 334 акад. ч. Лабораторные занятия охватывают все 3 раздела практики.

Лабораторные занятия состоят в выполнении обучающимися научно-исследовательской работы по теме индивидуального задания и направлены на углубление теоретических знаний, полученных обучающимся при изучении предшествующих дисциплин, и приобретение навыков применения теоретических знаний при подготовке к выполнению выпускной квалификационной работы и в дальнейшей в практической исследовательской работе.

Примерный перечень тем научно-исследовательских работ приведен в п. 8.1 настоящей программы.

## **7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

На проведение практики «Производственная практика: научно-исследовательская работа» учебным планом выделено 314 акад. часов самостоятельной работы.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний обучающихся и подготовки к зачету и предусматривает:

- поиск и изучение научно-технической информации по теме индивидуального задания;
- составление аналитического обзора по теме исследования;
- обработку экспериментальных результатов, их анализ, интерпретация, обобщение результатов исследования;
- написание отчета, подготовка доклада и презентации.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ**

Комплект оценочных средств по практике «Производственная практика: научно-исследовательская работа» предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы, в том числе рабочей программы «Производственная практика: научно-исследовательская работа», а также для оценивания результатов обучения: знаний, умений, владений и уровня приобретенных компетенций.

Комплект оценочных средств включает в себя:

- оценочные средства для проведения текущего контроля выполнения индивидуального задания в форме устного опроса, позволяющего оценивать и диагностировать знание фактического материала, умение правильно использовать специальные термины и понятия, планировать и выполнять научное исследование, и отчета о прохождении практики,
- оценочные средства для проведения итогового контроля в форме зачета с оценкой.

### **8.1. Примерный перечень тем научно-исследовательских работ**

1. Синтез гидроксидов циркония методом гетерофазного осаждения.
2. Синтез глицин-нитратным методом порошков иттрий-алюминиевого граната, допированного эрбием, для функциональной керамики
3. Синтез монофазного пентатитаната лития с участием титанового прекурсора, полученного методом солевого гидролиза
4. Осаждение тонкопленочных оптических покрытий оксида титана распылением керамической мишени в плазме магнетронного разряда
5. Адсорбция рения из сернокисло-хлоридных растворов активированными углями и композитами на основе наноуглеродных материалов
6. Карбонатно-щелочная переработка имитатора уранового ОЯТ в КАРБЭКС-процессе
7. Получение наноразмерных композитных покрытий для радиационной фотоники на основе многокомпонентных оксидных гетероструктур, допированных РЗЭ
8. Стабильность фазового состава экстрагентосодержащих импрегнатов
9. Разделение редкоземельных элементов среднетяжелой группы смесями Aliquat336 и Суанех572 с ТБФ из нитратных сред
10. Карбонатное выщелачивание молибдена из отработанного алюмокобальтмолибденового катализатора гидроочистки нефтяных фракций
11. Оптимизация процесса осаждения карбонатов лантана и церия из растворов от разделения РЗК углеаммонийной солью, полученной методом гетерофазного синтеза
12. Экстракционная переработка щелочных и карбонатных растворов после выщелачивания отработанного алюмокобальтмолибденового катализатора
13. Экстракционное разделение лантана, празеодима и неодима по линии Pr/Nd из нитратных сред смесями ТБФ-ТОМАН в толуоле
14. Экстракционный аффинаж урана из карбонатных растворов переработки имитатора уранового ОЯТ
15. Экстракционное разделение лантана, празеодима и неодима по линии La/Pr из нитратных сред смесями ТБФ-ТОМАН в толуоле
16. Влияние состава водной фазы на экстракцию РЗЭ фосфазенами

17. Извлечение молибдена и кобальта при комплексной переработке отработанных катализаторов гидроочистки
18. Экстракционное разделение легкой группы РЗЭ по линии Ce/Pr из нитратных сред смесями ТБФ-ТОМАН
19. Экстракционное разделение легкой группы РЗЭ по линии Pr/Nd из нитратных сред смесями ТБФ-ТОМАН
20. Термодиструкционный синтез тонкопленочных покрытий на основе оксидов урана с использованием карбоксилатных прекурсоров
21. Окислительное растворение оксидов урана в карбонатных средах
22. Экстракционное разделение легкой группы РЗЭ по линии La/Pr из нитратных сред смесями ТБФ-ТОМАН
23. Влияние природы минеральной кислоты в водном растворе на экстракцию РЗЭ фосфазеном
24. Синтез нанопорошков на основе оксида тербия для оптически прозрачной керамики
25. Синтез наноструктурированных порошков пентатитаната лития
26. Сорбция рения из сернокислых растворов ТВЭКСом-ДИДА
27. Растворение ренийсодержащих шлифотходов
28. Исследование взаимодействия технеция с перспективными редокс-реагентами для операции восстановительной реэкстракции в технологии переработки ОЯТ
29. Экстракционная очистка урана(VI) из карбонатных растворов от примесей имитаторов продуктов деления
30. Переработка концентратов конденсации рения из вулканических газов
31. Сорбция рения аминсодержащими импрегнатами
32. Извлечение рения биосорбентами на основе микроорганизмов
33. Разделение концентрата РЗЭ среднетяжелой группы ОАО «СМЗ» с получением гадолиния
34. Исследование экстракции Sc из нитратных растворов, содержащих РЗЭ, НФОС и смесями ФОК с органическими основаниями
35. Получение и сравнительный анализ десорбционных характеристик комплексообразующего сорбента–ТВЭКС, содержащего трибутилфосфат, при элюировании урана
36. Определение критических параметров микроструктуры топливных таблеток из диоксида урана с выгорающим поглотителем ( $\text{Er}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ )
37. Гетерофазная конверсия фтороцирконатов щелочных элементов и аммония в гидроксиды циркония
38. Экстракция Gd, Tb, Dy из нитратных сред алкилфосфонитрильными соединениями
39. Экстракционное разделение U(VI) и Pu(IV) из карбонатных и карбонатно-фторидных растворов карбонатом метилтриоктиламмония
40. Экстракционное разделение РЗЭ тяжелой группы (Er(III), Ho(III), Dy(III), Y(III)) смесями фосфорорганических кислот
41. Получение иттрия при переработке концентрата РЗЭ среднетяжелой группы ОАО «Акрон» экстракцией карбоновыми и фосфорорганическими кислотами из хлоридных и нитратных среде
42. Экстракционное разделение U(VI) и Am(III) из карбонатных и карбонатно-фторидных растворов карбонатом метилтриоктиламмония

43. Твердофазный синтез люминофоров на основе цирконатов щелочноземельных элементов
44. Синтез титанатов лития
45. Влияние природы разбавителя на экстракцию лантаноидов фосфорилкетонами
46. Получение нитрато-дефицитных растворов уранилнитрата для использования в WAR процессе
47. Экстракционное разделение U(VI), Eu(III) и Y(III) из карбонатных и карбонатно-фторидных растворов солями МТОА
48. Сорбция рения из серноокислых растворов слабоосновными ионитами
49. Исследование состава смешанных разнолигандных  $\text{CO}_3^{2-}$ , F<sup>-</sup>, OH<sup>-</sup>, O<sub>2</sub><sup>2-</sup> комплексов урана (VI) методом производной электронной спектроскопии
50. Экстракционное разделение среднетяжелых РЗЭ с использованием смесей экстрагентов ТБФ - ТАМАН и ТБФ - Cyanex 572.

## **8.2. Примеры вопросов для текущего контроля освоения практики**

Проведение текущего контроля выполнения индивидуального задания осуществляется в форме устного опроса, позволяющего оценивать и диагностировать знание фактического материала, умение правильно использовать специальные термины и понятия, планировать и выполнять научное исследование, и контроля подготовки отчета по практике.

Текущий контроль прохождения практики «Производственная практика: научно-исследовательская работа» проводится руководителем практики в контрольных точках и включает в себя:

- Проверку аналитического обзора по теме НИР.
- Выявление необходимости корректировки темы и методов выполняемого исследования.
- Анализ полученных научных результатов.
- Проверку графического представления результатов эксперимента.
- Проверку хода подготовки и оформления материалов для отчета по НИР.

Отчет о прохождении практики «Производственная практика: научно-исследовательская работа» выполняется обучающимся во время прохождения практики в соответствии с календарным графиком учебного плана по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

## **8.3. Итоговый контроль освоения практики (зачет с оценкой)**

Итоговый контроль освоения практики «Производственная практика: научно-исследовательская работа» проводится в форме зачета с оценкой.

Зачет с оценкой включает: отчет по научно-исследовательской работе (максимальная оценка за отчет – 60 баллов), презентацию и устный доклад по результатам научного исследования, ответы на вопросы по теме индивидуального задания (максимальная оценка 40 баллов).

Итоговая оценка по «Производственной практике: научно-исследовательская работа» (максимальная оценка – 100 баллов) за семестр выставляется обучающемуся по итогам написания отчета о НИР по теме индивидуального задания (максимальная оценка за отчет по НИР – 60 баллов) и итогового опроса обучающегося на зачете с оценкой (максимальная оценка за итоговый опрос – 40 баллов).

**9.1. Рекомендуемая литература****А. Основная литература:**

1. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. В 3-х книгах.: Учебник для вузов М.: МИСИС. Книга I: 1996. 376 с. Книга II: 1999. 464 с. Книга III: 2003. 440с.
2. Громов Б.В. Введение в химическую технологию урана. М.: Атомиздат, 1978. 336 с.
3. Лыгина Т. З., Фомина Р. Е., Губайдуллина А. М., Водопьянова С. В. Избранные главы кристаллохимии и методы изучения наноструктурированных материалов: учебное пособие. Казань : КНИТУ, 2018. 168 с. Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/138475> (дата обращения: 20.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Процессы и аппараты производств радиоактивных и редких металлов. Учеб. для вузов. Раков Э.Г., Хаустов С.В. М.: Metallurgia, 1993. 384 с.
5. Чекмарев А.М. Редкие металлы в природе: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2013. 84 с.
6. Чекмарев А.М. Применение редких металлов: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2013. 48 с.
7. Чижевская С.В., Клименко О.М., Жуков А.В. Основы химии и технологии урана / Учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2015. 84 с. 152 с.
8. Раков Э.Г. Неорганические наноматериалы: учебное пособие. М.: БИНОМ, 2013. 536 с.
9. Трошкина И.Д., Руденко А.А. Подземное выщелачивание редких элементов: учебное пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. – 128 с.
10. Милютин В.В., Рябчиков Б.Е., Трошкина И.Д., Козлов П.Э. Гидрометаллургические методы очистки радиоактивных сточных и природных вод: учебное пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 108 с.
11. Степанов С.И.. Радиохимическая переработка отработавшего ядерного топлива: учеб. пособие: в 2 ч. Часть 1. Водно-химические методы. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2013. – 144 с.
12. Степанов С.И.. Радиохимическая переработка отработавшего ядерного топлива: учеб. пособие: в 2 ч. Часть 2. Неводные методы. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2013. – 96с.
13. Кригер В.Г. Избранные главы химии твердого тела: учебное пособие. Кемерово: Издательство КемГУ, 2014. 139 с. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/58328> (дата обращения: 20.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Б) Дополнительная литература:**

1. Избранные главы неорганической химии: учеб. пособие / Л.И. Мартыненко, В.И. Спицын. Вып. 2. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. 255 с.
2. Бериллий. Наука и технология / Под ред. Д. Вебстера, Г. Дж. Лондона, Д.Р. Флойда и Дж. Н. Лоува: Пер. с англ. М.: Metallurgia, 1984. 624 с.
3. Соединения редкоземельных элементов. Карбонаты, оксалаты, нитраты, титанаты / Л.Н. Комиссарова и др. М.: Наука, 1984. 235 с.
4. Химия актиноидов: в 3-х т.: Пер. с англ. / Под ред. Дж. Каца, Г. Сиборга, Л. Морсса. М.: Мир, 1991. Т. 1. 525 с; 1997. Т 2. 664 с; 1999. Т. 3. 647 с.
5. Неорганическая химия. Химия элементов: учебник для вузов: в 2 книгах / Третьяков Ю.Д. и др. М.: Химия, 2001. Книга I: 472 с.
6. Супоницкий Ю.Л. Химия редкоземельных элементов: учеб. пособие. М.: Рос. хим.-техн. ун-т им. Д.И. Менделеева, 2007. 108 с.
7. Химическая технология керамики и огнеупоров. Под ред. П.П. Будникова и Д.Н. Полубояринова. М., "Стройиздат", 1972 г. 552 с.

8. Майоров А.А., Браверман И.Б. Технология получения порошков керамической двуокиси урана. М., "Энергоатомиздат", 1985 г. 127 с.
9. Решетников Ф.Г., Бибилашвили Ю.К., Головнин И.С. и др. Разработка, производство и эксплуатация тепловыделяющих элементов энергетических реакторов. В двух книгах. Под ред. Ф.Г. Решетникова. М., "Энергоатомиздат", 1995 г.
10. Зеликман А.Н., Коршунов Б.Г. Металлургия редких металлов. М.: Metallurgy, 1991. – 432 с.
11. Р. Робинсон, Р. Стокс. Растворы электролитов. М., Издательство, 1963. – 646 с.
12. Ю.А. Золотов, Б.З. Иофа, Л.К. Чучалин. Экстракция галогенидных комплексов металлов. М., Из-во «Наука». 1973. – 378 с.
13. Г. М. Вольдман. Основы экстракционных и ионообменных процессов гидрометаллургии. М., Metallurgy. 1982. – 376 с.
14. В.С. Шмидт. Экстракция аминами. М., Атомиздат. 2-е изд., 1980. – 312 с.
15. Химия и технология редких и рассеянных элементов. Ч I-III /Под ред. К.А. Большакова. М.: Высш. школа, 1976. 368; 359; 320 с.
16. Степанов С.И., Чекмарев А.М. Экстракция редких металлов солями четвертичных аммониевых оснований. М., ИздАТ, 2004. 347 с.
17. Ягодин Г.А., Каган З.С., Тарасов В.В. и др Основы жидкостной экстракции. М., Химия, 1981. 400 с.
18. Чекмарев А.М., Чижевская С.В., Харламов В.В., Пономарев Н.Л. Особенности химии и аналитического определения редких элементов (Литий, бериллий, редкоземельные элементы): Учебное пособие / Под ред. А.М. Чекмарева; РХТУ им. Д.И. Менделеева. М., 1988. 52 с.
19. Чижевская С.В., Чекмарев А.М. Особенности химии и аналитического определения редких элементов (Цирконий, гафний, ниобий, тантал, торий.): Учебное пособие / РХТУ им. Д.И. Менделеева. М., 1999. 79 с.
20. А.Н. Жиганов, В.В. Гузев, Г.Г. Андреев. Технология диоксида урана для керамического ядерного топлива. Учебное пособие. – Томск, STT, 2002. – 328 с.
21. Фролов Ю.Г., Белик В.В.. Физическая химия / Под ред. проф. Ю. Г. Фролова. Учебное пособие для вузов. М., Химия, 1993. – 464 с.
22. ГОСТ 7.32-2017. Межгосударственный стандарт. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления (введен в действие Приказом Росстандарта от 24.10.2017 N 1494-ст). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_292293](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_292293) (дата обращения 20.02.2020).

## 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- Журнал «Химическая технология», ISSN 1684-5811
- Журнал «Разведка и охрана недр», ISSN 0034- 026X
- Журнал «Цветные металлы», ISSN 0372-2929
- Журнал «Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология»,  
ISSN 0579-2991
- Журнал «Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия», ISSN 0021-3438
- Журнал «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571;
- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 002-110X;
- Журнал «Успехи в химии и химической технологии» ISSN 1506-2017;
- Журнал «Известия Академии наук. Серия химическая» ISSN 0002-3353;

- Журнал «Вопросы атомной науки и техники. Серия: Термоядерный синтез», ISSN: 0202-3822;
- Журнал «Вопросы атомной науки и техники. Серия: Материаловедение и новые материалы» » ISSN: 0321-222X;
- Журнал «Перспективные материалы» ISSN 1028-978X;
- Журнал « IOP Conference Series: Materials Science and Engineering» ISSN 1757-8981;
- Журнал «Mendeleev Communications» ISSN: 0959-9436;
- Журнал «Materials Chemistry and Physics» ISSN: 0254-0584;
- Журнал «Nuclear Engineering and Technology» ISSN 1738-5733.

### **9.3. Средства обеспечения освоения практики**

Для реализации рабочей программы «Производственная практика: научно-исследовательская работа» кафедрой подготовлены следующие средства обеспечения её прохождения:

- перечень индивидуальных заданий для выполнения научно-исследовательской работы;
- методические указания для подготовки отчета по научно-исследовательской работе.

При переходе на электронное обучение (ЭО) и дистанционные образовательные технологии (ДОТ) для реализации рабочей программы применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения практики:

- электронная информационно-образовательная среда РХТУ (ЭИОС);
- сервисы по доставке e-mail сообщений;
- платформа для проведения онлайн конференций и вебинаров – zoom (<https://zoom.us>).

Для освоения практики используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 20.02.2020).

- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/94/91/6/67> (дата обращения: 20.02.2020).

- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 20.02.2020).

- Положение о порядке организации практики (включающей, при необходимости, порядок проведения практики с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, порядок проведения практики для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья) в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А [Электронный ресурс] – Режим доступа:

[https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local\\_doc/POLOGENIE\\_o\\_PRAKTIKE\\_1.pdf](https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/POLOGENIE_o_PRAKTIKE_1.pdf)  
f (дата обращения: 20.02.2020).

При прохождении практики обучающиеся должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.openedu.ru> (дата обращения: 20.02.2020).
- Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам". URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 20.02.2020).
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 20.02.2020).

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### **10.1. Для студентов, обучающихся использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося направлены на повышение ритмичности и эффективности его практической работы по освоению практики.

Научно-исследовательская работа по программе «Производственная практика: научно-исследовательская работа» проводится рассредоточено, в 8, 9 и 10 семестрах обучения, в форме лабораторной и самостоятельной работы обучающегося, и включает 3 раздела.

«Производственная практика: научно-исследовательская работа», как правило, выполняется на кафедре, в рамках которой обучающийся выполняет исследовательскую работу под консультативно-методическим руководством научного руководителя обучающегося. Программа НИР включает выполнение индивидуального задания, которое разрабатывается руководителем работы обучающегося с учетом специфики научно-исследовательской работы кафедры.

Обучающийся, на основании изучения научно-технической литературы, формулирует цель и задачи исследования. При составлении аналитического обзора по теме исследования обучающемуся следует пользоваться рекомендуемой информацией, в том числе и из периодических журналов и интернет-источников.

Выбор эффективных методов и методик достижения желаемых результатов исследования обучающийся проводит самостоятельно и обсуждает с руководителем НИР. Проведение соответствующих экспериментов для получения практических результатов; анализ, интерпретацию и обобщение результатов исследования; формулировку выводов обучающийся также осуществляет самостоятельно, под консультативно-методическим руководством научного руководителя. Контроль за выполнением плана работы осуществляется руководителем в период прохождения практики и на контрольных точках.

При выполнении индивидуального задания обучающийся должен сочетать практическую лабораторную работу по тематике задания с теоретической проработкой вопроса с использованием рекомендованных информационных ресурсов.

Научно-исследовательская работа у обучающегося в каждом семестре заканчивается написанием отчета о НИР по результатам выполнения индивидуального задания. В отчет включаются сведения для составления аналитического обзора по теме НИР, а также полученные в ходе научно-исследовательской работы систематизированные экспериментальные данные.

Целью прохождения практики по НИР и представления отчета о выполнении индивидуального задания для обучающихся на кафедре технологии редких элементов и



наноматериалов на их основе является: закрепление знаний, полученных ранее по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, расширение эрудиции и кругозора в области химической технологии материалов ядерного топливного цикла, развитие творческого потенциала и самостоятельного мышления. При подготовке отчета обучающийся приобретает навыки работы с информационными ресурсами, опыт выполнения научных экспериментов с привлечением различных методов исследования, изложения, анализа и обобщения результатов исследования, формулирования выводов по работе, освоения правил оформления научных отчетов.

При оформлении отчета о научном исследовании следует ориентироваться на требования ГОСТ 7.32 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

Содержание отчета по практике включает следующие структурные элементы:

- титульный лист;
- индивидуальный план (задание) НИР;
- содержание (наименование всех текстовых разделов отчета);
- цель, место, дата начала и продолжительность выполнения НИР;
- аналитический обзор;
- результаты выполнения практических задач, решаемых обучающимся в процессе выполнения НИР по индивидуальному заданию;
- список использованных литературных источников;
- приложения.

Разработанные в рамках выполнения научно-исследовательской работы методические документы, а также рисунки, графики, таблицы оформляются в виде приложений к отчету.

Основные требования, предъявляемые к оформлению отчета:

- рекомендуемый объем отчёта – 15 – 20 страниц машинописного текста на бумаге формата А4;
- шрифт Times New Roman, 14 пт, интервал 1,5, цвет шрифта – черный;
- размеры полей: левое, верхнее и нижнее – по 20 мм, правое – 10 мм;
- страницы нумеруют арабскими цифрами со сквозной нумерацией по всему тексту; титульный лист включают в общую нумерацию страниц отчета, но номер страницы на титульном листе не проставляют;
- ссылки на использованные источники располагают в тексте в порядке их появления и нумеруют арабскими цифрами без точки в квадратных скобках, например, [1]; [3-5]. Библиографические ссылки оформляют в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Максимальная оценка за отчет о выполнении НИР (индивидуального задания) составляет 60 баллов и служит оценкой работы обучающегося за семестр.

В соответствии с учебным планом, освоение практики в семестре завершается контролем в форме зачета с оценкой.

На зачет с оценкой обучающийся представляет подготовленный отчет по НИР, презентацию и устный доклад, затем отвечает на вопросы по теме представленной НИР. Максимальная оценка за представленный отчет о выполнении НИР составляет 60 баллов, за защиту отчета и итоговый опрос на зачете с оценкой – 40 баллов.

Общая оценка результатов освоения практики складывается из числа баллов, набранных в семестре (отчет по НИР), и баллов, полученных на зачете с оценкой.

Максимальная общая оценка за практику ««Производственная практика: научно-исследовательская работа» составляет 100 баллов.

## **10.2. Для студентов, обучающихся с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем практики и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

### **11.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Основной задачей преподавателей, ведущих занятия по практике «Производственная практика: научно-исследовательская работа», является выработка у обучающегося навыков выполнения научно-исследовательской работы, обобщения и обработки полученных результатов.

Научный руководитель НИР:

- совместно с обучающимся составляет программу научно-исследовательской работы и устанавливает календарные сроки ее проведения;
- согласовывает график проведения научно-исследовательской работы и осуществляет систематический контроль за ходом ее выполнения в период прохождения практики и на контрольных точках;
- рекомендует обучающимся ознакомление с публикациями в периодических журналах и Интернет-ресурсах;
- оказывает помощь по вопросам, связанным с прохождением НИР по индивидуальному заданию и оформлением отчета;
- участвует в работе комиссии по защите отчетов обучающихся по НИР.

Выдавая задание с указанием темы научного исследования, направленного на решение конкретных научных задач по тематике индивидуального задания, преподавателю необходимо уделить внимание следующим вопросам:

- постановке цели и определению задач исследования;
- выбору методов исследования для решения конкретных научных задач.

Необходимо помочь обучающемуся сформулировать цель и задачи исследования обратить внимание на составление программы исследования и содержание основных разделов отчета о выполнении научно-исследовательской работы.

Следует уделить особое внимание анализу, интерпретации и обобщению результатов исследования, формулированию выводов по работе.

### **11.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ в образовательном процессе предполагает использование следующих видов учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия,

видео-лекции; лабораторные работы, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; онлайн консультации по курсовому проектированию; самостоятельная работа и т.д.

При реализации практики, в зависимости от конкретной ситуации, ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн с использованием электронной почты.

## 12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева обеспечивает информационную поддержку всем направлениям деятельности университета, содействует подготовке высококвалифицированных специалистов, совершенствованию учебного процесса, научно-исследовательской работы, способствует развитию профессиональной культуры будущего специалиста.

ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по всем дисциплинам, практикам и ГИА основной образовательной программы для специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, по специализации №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла.»

Информационно-библиотечный центр обеспечивает самостоятельную работу обучающихся в читальных залах, предоставляя широкий выбор литературы по актуальным направлениям, а также обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология электронной доставки документов.

**Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения**

| № | Электронный ресурс                           | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей   | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором  |
|---|--|---|--|
| 1 | Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ» | <p>Принадлежность - сторонняя</p> <p>Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г.</p> <p>Сумма договора – 642 083-68</p> <p>Срок действия с «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Дополнительный Договор № 33.03-Р-3.1-2217/2020 от 02.03.2020 г.</p> <p>Сумма договора- 30 994-52 с «02» марта 2020 г. по «25» сентября 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020</p> <p>Сумма договора – 747 661-28</p> <p>Срок действия Договора с «26» сентября 2020г. по «25» сентября 2021г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p> | <p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки"-изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика»-изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент»- изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 2 | Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им.Д.И.Менделеева (на базе ИБС «Ирбис») | Принадлежность – собственная РХТУ.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a><br>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера   | Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.  |
| 3 | Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».  | Принадлежность сторонняя.<br>Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 189-2647А/2019 От 09.01.2020 г.<br>Сумма договора – 601110-00 С «01» января.2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a><br>Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ. | Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД   |
| 4 | Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ).                                      | Принадлежность – сторонняя<br>Реквизиты договора – ФГБУ РГБ, Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br>Сумма договора - 398 840-00 С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a><br>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.   | В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации. |
| 5 | БД ВИНТИ РАН   | Принадлежность сторонняя,<br>Реквизиты договора- ВИНТИ РАН<br>Договор № 33.03-Р-3.1-2047/2019 от 25 февраля 2020 г.<br>Сумма договора - 100 000-00 С «25» февраля 2020 г. по «24 » февраля 2021 г.<br>Ссылка на сайт- <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a><br>Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.                      | Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов  |

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
| 6 | <p>Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»</p> | <p>Принадлежность – сторонняя<br/> Реквизиты договора –<br/> ООО Научная электронная библиотека,<br/> договор № 33.03-Р-3.1<br/> 2087/2019<br/> Сумма договора – 1100017-00</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/> по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a><br/> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | <p>Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.</p> |
| 7 | <p>Справочно-правовая система «Консультант+»</p>   | <p>Принадлежность сторонняя-<br/> Договор № 174-247ЭА/2019 от 26.12.2019 г.<br/> Сумма договора - 927 029-80</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/> по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт-<br/> <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a><br/> Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>  | <p>Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.</p>   |
| 8 | <p>Справочно-правовая система Гарант»</p>          | <p>Принадлежность сторонняя<br/> Договор №166-235ЭА/2019 от 23.12.2019 г.<br/> Сумма договора - 603 949-84</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/> по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a><br/> Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>   | <p>Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.</p>  |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
| 9  | Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"   | Принадлежность сторонняя-«Электронное издательство ЮРАЙТ»<br>Договор № 33.03-Р-3.1-220/2020 от 16.03.2020 г.<br>Сумма договора - 324 000-00<br><br>С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.<br><br>Ссылка на сайт – <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a><br>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. | Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов. |
| 10 | Электронно-библиотечная система «Консультант студента» | Принадлежность сторонняя-ООО «Политехресурс»<br>Договор № 33.03-Р-3.1-218/2020 От «16» марта 2020 г.<br>Сумма договора-36 500-00<br><br>С «17» марта 2020 г. по «16» марта 2021 г<br><br>Ссылка на сайт – <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a><br>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.       | Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».  |
| 11 | Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»          | Принадлежность сторонняя-ООО «ЗНАНИУМ»,<br>Договор № 4309 эбс 33.03-Р-3.1-2215/2020 от «20» марта 2020 г.<br>Сумма договора-30 000-00<br>С «20» марта 2020 г. по «19» марта 2021г<br><br>Ссылка на сайт – <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a><br>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.                       | Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.  |
| 12 | Информационно-аналитическая система Science Index      | Принадлежность сторонняя-ООО «Научная электронная библиотека»<br>Договор № SIO-364/19 33.03-Р-3.1-2103/2019  | Дистанционная поддержка публикационной активности преподавателей университета   |

|    |                              |  |   |
|----|------------------------------|--|---|
|    |                              | <p>от «17» февраля 2020 г.<br/>Сумма договора-90 000-00</p> <p>с «17» февраля 2020 г.<br/>по «16» февраля 2021 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей –<br/>локальный доступ для<br/>сотрудников ИБЦ</p>   |   |
| 13 | Издательство<br>Wiley        | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо<br/>РФФИ от 07.07.2020 г. № 694<br/>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для<br/>пользователей РХТУ по IP-<br/>адресам неограничен. Возможен<br/>удаленный доступ после<br/>индивидуальной регистрации.</p> | Коллекция журналов по всем<br>областям знаний, в том числе<br>известные журналы по химии,<br>материаловедению, взрывчатым<br>веществам и др.  |
| 14 | QUESTEL ORBIT                | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо<br/>РФФИ от 09.10.2020 г. № 1162<br/>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://orbit.com">https://orbit.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ<br/>для пользователей РХТУ по ip-<br/>адресам неограничен.</p>  | ORBIT является глобальным<br>оперативно обновляемым<br>патентным порталом,<br>позволяющим осуществлять<br>поиск в перечне заявок на<br>патенты, полученных,<br>приблизительно, 80-<br>патентными учреждениями в<br>различных странах мира и<br>предоставленных грантов. |
| 15 | American<br>Chemical Society | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо<br/>РФФИ от 25.06.2020 г. № 637</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a></p> <p>Количество ключей – доступ<br/>для пользователей РХТУ по ip-<br/>адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа:</p>                  | Коллекция журналов по химии<br>и химической технологии Core<br>+ издательства American<br>Chemical Society  |



|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
|    |   | <a href="https://pubs.acs.org/page/remotecess">https://pubs.acs.org/page/remotecess</a>   |   |
| 16 | База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.07.2020 г. № 712</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Удаленный доступ.</p>   | <p>Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.</p>                     |
| 17 | Ресурсы международной компании Clarivate Analytics                | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 692</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1lj2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1lj2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Удаленный доступ.</p> | <p>Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.</p>  |
| 18 | Электронные ресурсы издательства SpringerNature                   | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для</p>   | <p>- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>- Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group <a href="https://www.nature.com/siteindex/index.html">https://www.nature.com/siteindex/index.html</a></p> |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
|    |  | <p>пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ.</p>   | <p>- Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols<br/> <a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a><br/> - Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database)<br/> <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a><br/> - Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме<br/> - Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH<br/> <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a><br/> - Nano Database<br/> <a href="https://goo.gl/PdhJdo">https://goo.gl/PdhJdo</a><br/> Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a></p> |
| 19 | База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service  | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 635 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a><br/> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.</p>          | <p>SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.</p>   |
| 20 | Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 772<br/> С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a><br/> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.<br/> Удаленный доступ.</p> | <p>«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов.<br/> «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук.</p>  |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
|    |  |   | Доступ к архивам 2015-2019 гг.   |
| 21 | American Institute of Physics (AIP)                          | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 № 1188</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт – <a href="http://scitation.aip.org">http://scitation.aip.org</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> <p>Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.scitation.org/remote-access">https://www.scitation.org/remote-access</a></p>   | Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP).                             |
| 22 | Scopus   | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>.</p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Удаленный доступ.</p>   | Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER   |
| 23 | Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество) | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> <p>Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access">https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access</a></p> | Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии. |

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов:

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>

Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>

В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>

База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

6. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>

Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

7. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>

ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

8. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>

PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

9. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>

Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.

10. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>

Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru)

Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- a. Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- b. Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- c. Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- d. Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

### 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом, индивидуальное задание по практике «Производственная практика: научно-исследовательская работа» выполняется в форме лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося, как правило, на кафедре, осуществляющей подготовку обучающегося, и включает теоретическое и практическое освоение программы НИР с использованием материально-технической базы кафедры.

#### 13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Для выполнения научно-исследовательской работы используется оборудование, приборы и экспериментальные установки кафедры:

- Учебные и научные лаборатории для проведения научных исследований, оснащенные лабораторными экспериментальными установками, оборудованием и аппаратурой для выполнения научных исследований.
- Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для обучающихся, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

#### 13.2. Учебно-наглядные пособия

Учебно-наглядные пособия при выполнении научно-исследовательских работ не используются.

#### 13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копирующие аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

#### 13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебники и учебные пособия по специализации, справочные материалы, кафедральная библиотека книжных изданий, журналов и диссертационных работ. Инструкции по работе на лабораторных установках, используемых при выполнении НИР.

Электронные образовательные ресурсы: справочные материалы в электронном виде.

### 13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|---|--|---|---|
| 1     | <p>Неисключительная лицензия на использование Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprise</p> <p>В составе:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) В составе Microsoft Office Professional Plus 2019: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> </li> <li>2) Microsoft Core CAL</li> <li>3) Microsoft Windows Upgrade</li> </ol> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>657 комплектов. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p> <p>Каждый комплект включает:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Лицензию на комплекс для создания презентаций, электронных текстов и таблиц, обработки баз данных Microsoft Office.</li> <li>2) Лицензию для подключения пользователей к серверным системам Microsoft: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exchange Server Standard,</li> <li>• Exchange Server Enterprise,</li> <li>• SharePoint Server,</li> <li>• Skype для бизнеса Server,</li> <li>• Windows MultiPoint Server Premium,</li> <li>• Windows Server Standard,</li> <li>• Windows Server Data Center</li> </ul> </li> <li>3) Лицензию на обновление операционной системы для рабочих станций Windows 10. Дополнительно на ВУЗ предоставляется право на использование 1 (одной) лицензии средств разработки в</li> </ol> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---|--|
|       |  |                                       | рамках учебных компьютеров одного технического, естественнонаучного факультета (кафедры) и предоставления студентам для целей обучения Azure Dev Tools for Teaching. Количество активаций неограниченно в рамках подразделения. |  |
| 2     | Неисключительная лицензия на использование Учебный Комплект Компас-3D v18 на 50 мест. Проектирование и конструирование в машиностроении, лицензия.                 | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2 лицензии на учебный комплект программного обеспечения для проектирования и конструирования в машиностроении, рассчитанные на активацию на 50 мест каждая.   | бессрочно  |
| 3     | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (одна) сетевая лицензия на 200 пользователей  | бессрочно  |
| 4     | Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition Legalization GetGenuine Legalization                                     | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 150 лицензий. Соглашение Microsoft OLV № V6159937   | бессрочно  |
| 5     | Неисключительная лицензия на использование SysCtrDatactrCore ALNG LicSAPk OLVS 16License E 1Y AcademicEdition Additional Product CoreLic<br>Предоставляет право на | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (один) комплект, включающий 16 (шестнадцать) лицензий для активации на 16 (шестнадцати) физических процессорных ядрах. Соглашение Microsoft   | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|--|--|
|       | использование продуктов Microsoft:<br>Configuration Manager<br>Data Protection Manager<br>Endpoint Protection<br>Operations Manager<br>Orchestrator<br>Service Manager<br>Virtual Machine Manager                                    |                                       | OVS-ES № V6775907  |  |
| 6     | Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFcly ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word<br>Excel<br>PowerPoint<br>Microsoft Teams        | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 7.    | Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft<br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word<br>Excel<br>PowerPoint<br>Microsoft Teams | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 26280 лицензий для студентов ВУЗа.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907                             | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 8.    | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах   | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию)          |



| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий                         | Срок окончания действия лицензии (продукта)  |
|-------|---|---------------------------------------|---|--|
|       | По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)  |                                       |   |  |
| 9.    | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License<br>По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 20 лицензий для виртуальных и облачных сред | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 10.   | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License<br>По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов                           | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2000 лицензий для почтовых серверов         | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

| Наименование разделов   | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки                                 |
|---|---|--|
| <p><b>Раздел 1.</b> Подготовка аналитического обзора и обоснование методик эксперимента</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подходы к организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы;</li> <li>– принципы организации проведения экспериментов и испытаний;</li> <li>– принципы и способы защиты объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнять поиск, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, осуществлять выбор методик и средств решения задач, поставленных программой НИР;</li> <li>– анализировать возникающие в научно-исследовательской деятельности затруднения и способствовать их разрешению</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– приёмами разработки планов и программ проведения научных исследований, технических разработок, заданий для исполнителей</li> <li>– методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы;</li> <li>– навыками критического анализа научно-технической литературы, разработки и формулирования собственных методологических подходов к решению научных проблем.</li> </ul> | <p>Оценка за отчет о НИР.</p> <p>Оценка на зачете с оценкой.</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
| <p><b>Раздел 2.</b> Выполнение научных исследований и обработка экспериментальных данных</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подходы к организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы;</li> <li>– принципы организации проведения экспериментов и испытаний.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнять поиск, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, осуществлять выбор методик и средств решения задач, поставленных программой НИР;</li> <li>– проводить экспериментальные исследования, обрабатывать, анализировать и интерпретировать полученные результаты;</li> <li>– анализировать возникающие в научно-исследовательской деятельности затруднения и способствовать их разрешению</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы;</li> <li>– способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ.</li> </ul> | <p>Оценка за отчет о НИР.</p> <p>Оценка на зачете с оценкой.</p> |
| <p><b>Раздел 3.</b> Написание отчета и подготовка научного доклада и презентации</p>         | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подходы к организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы;</li> <li>– принципы и способы защиты объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками критического анализа научно-технической литературы, разработки и формулирования собственных методологических подходов к решению научных проблем.</li> </ul>  | <p>Оценка за отчет о НИР.</p> <p>Оценка на зачете с оценкой.</p> |

15. Особенности ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Положением о порядке организации практики (включающей, при необходимости, порядок проведения практики с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, порядок проведения практики для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья) в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе**  
**«Производственная практика: научно-исследовательская работа»**  
**основной образовательной программы**

**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

код и наименование направления подготовки (специальности)

**специализация № 1 «Химическая технология материалов**

**ядерного топливного цикла**

наименование ООП

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
| 2.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
| 3.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
| 4.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 __ г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«Утверждаю»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г..

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА: ПРАКТИКА ПО  
ПОЛУЧЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ И ОПЫТА  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»**

**Специальность 18.05.02 Химическая технология материалов  
современной энергетики**

**Специализация №1 «Химическая технология материалов ядерного  
топливного цикла»**

**Квалификация «инженер»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2020 г.**

Программа составлена:

д.т.н., профессором кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе (ТРЭН) РХТУ им. Д.И. Менделеева И.Д. Трошкиной.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе «10» марта 2020 г., протокол № 14

## СОДЕРЖАНИЕ

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1.  | Цели и задачи практики  | 4  |
| 2.  | Требования к результатам освоения практики  | 4  |
| 3.  | Объем практики и виды учебной работы  | 6  |
| 4.  | Содержание практики   | 7  |
|     | 4.1. Разделы практики   | 7  |
|     | 4.2. Содержание разделов практики   | 7  |
| 5.  | Соответствие содержания требованиям к результатам освоения практики   | 8  |
| 6.  | Практические и лабораторные занятия   | 9  |
|     | 6.1. Практические занятия   | 9  |
|     | 6.2. Лабораторные занятия   | 10 |
| 7.  | Самостоятельная работа  | 10 |
| 8.  | Примеры оценочных средств для контроля освоения практики  | 10 |
|     | 8.1. Требования к отчету о прохождении практики   | 10 |
|     | 8.2. Примерная тематика индивидуальных заданий  | 11 |
|     | 8.3. Примеры вопросов для итогового контроля освоения практики (зачет с оценкой)  | 12 |
|     | 8.4. Структура и пример билетов для зачета с оценкой  | 12 |
| 9.  | Учебно-методическое обеспечение практики  | 13 |
|     | 9.1. Рекомендуемая литература   | 13 |
|     | 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации  | 13 |
|     | 9.3. Средства обеспечения освоения практики   | 13 |
| 10. | Методические указания для обучающихся   | 14 |
|     | 10.1. Для студентов, обучающихся без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                             | 14 |
|     | 10.2. Для студентов, обучающихся с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                              | 15 |
| 11. | Методические указания для преподавателей  | 15 |
|     | 11.1. Для преподавателей, реализующих обязательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий | 15 |
|     | 11.2. Для преподавателей, реализующих обязательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий  | 16 |
| 12. | Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе   | 16 |
| 13. | Материально-техническое обеспечение практики  | 26 |
| 14. | Требования к оценке качества освоения практики  | 31 |
| 15. | Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья                                    | 34 |



## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», рекомендациями методической комиссии РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом проведения практик кафедрой технологии редких элементов и наноматериалов на их основе РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности» относится к базовой части учебного плана, блоку 2 «Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)» и рассчитана на прохождение обучающимися производственной практики в 10 семестре (5 курс) обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области технологии редких элементов и наноматериалов на их основе, теории гидро- и пирометаллургических процессов, знакомы с методами их расчета, основами технологии извлечения, концентрирования и разделения элементов, областями их применения.

**Цель практики «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности»** – практическое ознакомление и изучение установок и оборудования для осуществления гидро- и пирометаллургических процессов получения редких элементов и наноматериалов на их основе, устройства основного технологического оборудования, структуры организации работы подразделения в составе предприятия.

**Задачами практики «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности»** являются: формирование у обучающихся компетенций, связанных с целостным представлением о технологиях производства редкометалльной продукции, организацией и структурой предприятий по ее производству; способностью и готовностью принять участие в осуществлении технологического процесса в соответствии с регламентом, использованию КИП и аналитического оборудования для контроля основных параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции; умением работать с нормативно-технической документацией.

Способ проведения практики – выездная.

Контроль успеваемости обучающихся ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Проведение практики «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности» при подготовке инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», способствует формированию следующих компетенций:

### **Общекультурные компетенции:**

- готовность свободно пользоваться литературной и деловой письменной и устной речью на русском языке, способностью в письменной и устной речи правильно (логично) оформить результаты мышления (ОК-5).

### **Профессиональные компетенции:**

– способность к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования

сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса (ПК-2);

- способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);

- способность принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4);

- способность к анализу систем автоматизации производства и разработке мероприятий по их совершенствованию (ПК-5);

- способность к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач (ПК-9);

- способность самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10);

- готовность использовать методы оценки риска и разрабатывать меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий обращения с объектами профессиональной деятельности (ПК-11);

- способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способностью формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ПК-12);

- способность к организации работы подчиненных (ПК-13);

- способность к оценке последствий принимаемых организационно-управленческих решений и их оптимизации (ПК-14);

- способность управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка (ПК-15);

- способность к использованию современных систем управления качеством применительно к конкретным условиям производства на основе международных стандартов (ПК-16)

- способность к составлению и анализу бизнес-планов разработки и внедрения новых технологических процессов, обращения с объектами профессиональной деятельности, выпуска и реализации конкурентно способной продукции (ПК-17);

- способность к проведению анализа технических заданий на проектирование и проектов с учетом существующего международного и национального ядерного законодательства (ПК-18);

- способность использовать средства автоматизации при подготовке проектной документации (ПК-21).

#### ***Профессионально-специализированные компетенции:***

- способность к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1);

- способность осуществлять контроль за сбором, хранением и переработкой радиоактивных отходов различного уровня активности с использованием передовых методов обращения с РАО (ПСК 1.2).

В результате прохождения практики обучающийся должен:

*знать:*

- технологические процессы, принципиальную технологическую схему производства и основное технологическое оборудование, используемые для извлечения редких элементов гидро- и пирометаллургическими методами;

- организационную структуру предприятий по производству редких элементов и продукции на их основе;

– основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса, исходного сырья и качества продукции;

– основные нормативные документы по стандартизации и сертификации редкометаллической продукции;

– правила техники безопасности, экологии и производственной санитарии;

**уметь:**

– принимать конкретные технические решения при осуществлении технологического процесса, выбирать технические средства для контроля и регулировки технологических параметров;

– использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности;

**владеть:**

– способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса;

– способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.

### 3. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности проводится в 10 семестре. Контроль результатов прохождения практики осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

| Виды учебной работы                                  | Всего                  |               |
|--|------------------------|---------------|
|  | Зачет. единиц          | Академ. часов |
| <b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b> | <b>3,0</b>             | <b>108</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>       | -                      | -             |
| <b>Самостоятельная работа:</b>                       | <b>3,0</b>             | <b>108</b>    |
| Контактная самостоятельная работа                    | 2,5                    | 0,4           |
| Самостоятельное изучение разделов практики           |                        | 89,6          |
| Написание отчёта                                     | 0,5                    | 18            |
| <b>Вид итогового контроля</b>                        | <b>зачет с оценкой</b> |               |

| Виды учебной работы                                  | Всего                  |                |
|--|------------------------|----------------|
|  | Зачет. единиц          | Астрон.. часов |
| <b>Общая трудоёмкость практики по учебному плану</b> | <b>3,0</b>             | <b>81</b>      |
| <b>Контактная работа</b>                             | -                      | -              |
| <b>Самостоятельная работа:</b>                       | <b>3,0</b>             | <b>81</b>      |
| Контактная самостоятельная работа                    | 2,5                    | 0,3            |
| Самостоятельное изучение разделов практики           |                        | 67,2           |
| Написание отчёта                                     | 0,5                    | 13,5           |
| <b>Вид итогового контроля</b>                        | <b>зачет с оценкой</b> |                |

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

#### 4.1. Разделы практики

| Разделы  | Раздел практики                                     | Самостоятельная работа, часов |
|----------|---|-------------------------------|
| Раздел 1 | Ознакомление и изучение экспериментальной установки | 30                            |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
|          | получения концентрата редких элементов.   |            |
| Раздел 2 | Изучение основных технологических процессов, параметров и методов их регулирования на опытно-промышленной установке для гидрометаллургического процесса.. | 30         |
| Раздел 3 | Изучение основных узлов, схем и технологических параметров работы экспериментального стенда по получению полупродукта редких элементов.                   | 30         |
| Раздел 4 | Систематизация материала, подготовка отчета о прохождении практики.   | 18         |
|          | <b>Всего часов</b>  | <b>108</b> |

#### 4.2. Содержание разделов практики

##### **Раздел 1. Ознакомление и изучение экспериментальной установки получения концентрата редких элементов.**

Изучение установки получения концентрата редких элементов. [Задачи установки.](#) [Схема установки.](#) Принцип работы установки. [Состав установки.](#) [Параметры установки.](#) [Методы анализа редких элементов в концентрате.](#) Выполнение индивидуального задания.

##### **Раздел 2. Изучение основных технологических процессов, параметров и методов их регулирования на опытно-промышленной установке для гидрометаллургического процесса.**

Технологическая схема и описание установки. Режим работы установки. Параметры установки. Вспомогательное оборудование. Оборудование контроля. Персонал установки. Выполнение индивидуального задания.

##### **Раздел 3. Изучение основных узлов, схем и технологических параметров работы экспериментального стенда по получению полупродукта редких элементов.**

Принципиальная схема стенда. Назначение основных узлов. Анализ редких элементов в полупродукте. Параметры работы установки. Выполнение индивидуального задания.

##### **Раздел 4. Систематизация материала, подготовка отчета о прохождении практики**

Обобщение и систематизация данных по структуре, технологии производства, применяемому оборудованию, выпускаемой предприятием продукции, методам и формам контроля продукции. Поиск и сбор недостающих данных. Подготовка и написание отчета о прохождении практики.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

| В результате прохождения практики обучающийся должен:   | Разделы |   |   |   |
|---|---------|---|---|---|
|   | 1       | 2 | 3 | 4 |
| <b><i>Знать:</i></b>  |         |   |   |   |
| -технологические процессы, принципиальную технологическую схему производства и основное технологическое оборудование, используемые в получении, концентрировании и разделении редких элементов и наноматериалов на их основе гидро- и пирометаллургическими методами; | +       | + | + | + |
| -организационную структуру предприятий по производству продукции на основе редких элементов;  | +       | + |   | + |
| -основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса, исходного сырья и качества продукции;  | +       | + | + | + |
| -правила техники безопасности, экологии и производственной санитарии;   | +       | + | + | + |
| <b><i>Уметь:</i></b>  |         |   |   |   |
| -принимать конкретные технические решения при осуществлении технологического процесса, выбирать технические средства для контроля и регулировки технологических параметров;   | +       | + | + | + |
| -использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности;  | +       | + | + | + |
| <b><i>Владеть:</i></b>  |         |   |   |   |
| -способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса;   |         | + | + |   |
| -способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом   | +       | + | + | + |
| В результате прохождения практики обучающийся должен приобрести следующие <b><i>компетенции:</i></b>  |         |   |   |   |
| <b><i>Общекультурные компетенции</i></b>  |         |   |   |   |
| - готовность свободно пользоваться литературной и деловой письменной и устной речью на русском языке, способностью в письменной и устной речи правильно (логично) оформить результаты мышления (ОК-5)   | +       | + | + | + |
| <b><i>Профессиональные компетенции:</i></b>   |         |   |   |   |
| - способностью к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса (ПК-2);              |         | + | + |   |
| - способностью анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);  | +       | + | + | + |
| - способность принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4);   | +       | + | + | + |
| - способностью к анализу систем автоматизации производства и разработке мероприятий по их совершенствованию (ПК-5)  | +       | + | + |   |
| - способность к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач (ПК-9);   |         |   | + |   |
| - способность самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов   | +       | + | + | + |

|  |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
| и устанавливая адекватность моделей (ПК-10);   |   |   |   |   |
| - готовность использовать методы оценки риска и разрабатывать меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий обращения с объектами профессиональной деятельности (ПК-11);                                       | + | + | + | + |
| - способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способностью формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ПК-12); |   |   |   | + |
| - способность к организации работы подчиненных (ПК-13);  | + | + | + | + |
| - способность к оценке последствий принимаемых организационно-управленческих решений и их оптимизации (ПК-14);   | + | + | + | + |
| - способность управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка (ПК-15);   | + | + | + |   |
| - способность к использованию современных систем управления качеством применительно к конкретным условиям производства на основе международных стандартов (ПК-16)  | + | + | + | + |
| - способность к составлению и анализу бизнес-планов разработки и внедрения новых технологических процессов, обращения с объектами профессиональной деятельности, выпуска и реализации конкурентно способной продукции (ПК-17);     | + | + | + | + |
| - способность к проведению анализа технических заданий на проектирование и проектов с учетом существующего международного и национального ядерного законодательства (ПК-18);   | + | + | + | + |
| - способность использовать средства автоматизации при подготовке проектной документации (ПК-21).   | + | + | + | + |
| <b>Профессионально-специализированные:</b>   |   |   |   |   |
| - способность к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1);  | + | + | + | + |
| - способность осуществлять контроль за сбором, хранением и переработкой радиоактивных отходов различного уровня активности с использованием передовых методов обращения с РАО (ПСК 1.2).   | + | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1 Практические занятия

Учебным планом подготовки инженера по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла» проведение практических занятий по практике «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности» не предусмотрено.

### 6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла» проведение лабораторных занятий по практике «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности» не предусмотрено.

## **7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

Рабочей программой практики «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности» предусмотрена самостоятельная работа обучающегося по индивидуальному заданию на предприятии по производству редкометалльной продукции, под руководством руководителей практики от Предприятия и Университета, в объеме 108 академических часов.

К прохождению производственной практики на территории предприятия допускаются обучающиеся, прошедшие инструктаж по технике безопасности, внутреннему распорядку предприятия и прослушавшие лекции о структуре предприятия и организации производственного процесса. Регламент практики определяется и устанавливается в соответствии с учебным планом.

Самостоятельная работа проводится с целью закрепления знаний по программе практики и предусматривает следующие этапы:

- этап ознакомления с историей предприятия, отделения, лаборатории;
- этап практического освоения работы технологического оборудования на предприятии. Ознакомление с технологическими схемами осуществляется в виде экскурсий на конкретные опытно-промышленные установки предприятия. При посещении предприятия, ознакомления с его деятельностью и в ходе выполнения индивидуального задания обучающийся должен собрать материал, необходимый для подготовки отчёта по практике;
- этап написания отчета о прохождении практики.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ**

Итоговая оценка по практике (зачет с оценкой, максимальная оценка – 100 баллов) выставляется обучающемуся по итогам написания отчета о прохождении практики (Максимальная оценка за отчет о прохождении практики «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности» – 60 баллов и итогового опроса обучающегося (максимальная оценка за итоговый опрос – 40 баллов).

### **8.1. Требования к отчету о прохождении практики**

Отчет о прохождении практики «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности» выполняется обучающимся во время прохождения практики по индивидуальному заданию в соответствии с календарным учебным графиком учебного плана подготовки инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

Отчет о выполнении индивидуального задания входит в отчет о прохождении практики.

Отчет должен содержать следующие основные разделы:

- титульный лист с наименованием вида практики и названия предприятия – места прохождения практики;
- содержание отчета;
- цели и задачи дисциплины;
- краткая историческая справка о предприятии – места прохождения практики;
- ассортимент и объемы продукции, производимой предприятием, с указанием нормативных документов и сертификатов на выпускаемую продукцию;
- структура предприятия, основные производственные цеха и отделы;

- технологическая схема процесса производства основного продукта с указанием основного оборудования, применяемого для осуществления того или иного технологического процесса, при возможности – с указанием параметров.

При прохождении практики на предприятии по производству редкометалльной продукции отчет должен содержать:

- технологический контроль, контроль качества выпускаемой продукции с указанием нормативных документов, по которым производится контроль качества продукции;
- мероприятия по защите окружающей среды, осуществляемые предприятием;
- мероприятия по охране труда, технике безопасности и производственной санитарии на предприятии;
- описание гидро- и пирометаллургического оборудования для получения продуктов и полупродуктов;
- список источников информации для подготовки отчета.

Отчет о прохождении практики выполняется с помощью персонального компьютера на листах формата А4, поля – стандартные, шрифт – Times New Roman, 12, через 1,5 интервала. Желательно иллюстрировать текстовый материал рисунками и фотографиями, выполненными во время прохождения практики по индивидуальному заданию или полученными из сети Интернет.

Объем отчета не должен превышать 50 стр.

## **8.2. Примерная тематика индивидуальных заданий**

Индивидуальное задание выполняется обучающимся самостоятельно на основе сбора дополнительной информации по теме задания во время прохождения практики, а также информации, полученной из других источников, например, сети Интернет.

Индивидуальное задание направлено на углубленное изучение обучающимся тех или иных вопросов, связанных с конкретной установкой, ее технологической схемой и основным оборудованием, технологическими параметрами работы установки, контролем качества производимой продукции.

### **Примерные темы индивидуальных заданий**

Для предприятий по производству редкометалльной продукции:

- 1) Изучение экспериментальной установки получения концентрата редких элементов (в различных вариациях режимов работы и содержаний исходного сырья).
- 2) Изучение опытно-промышленной установки для гидрометаллургического процесса (ознакомление с руководством по эксплуатации; подготовка навески соответствующих продуктов для получения заданного содержания редких элементов в растворе; проведение гидрометаллургических операций на установке).
- 3) Изучение экспериментального стенда по получению полупродукта редких элементов (в различных вариациях режимов работы и содержаний исходного редкометалльного сырья).

## **8.3. Примеры вопросов для итогового контроля освоения практики (зачет с оценкой)**

1. Основы технологии получения концентрата редких элементов посредством реагентного выщелачивания для задач концентрирования и очистки полупродукта.
2. Подготовка сырья для проведения процесса. Предварительная активация, обжиг, спекание.
3. Особенности состава химических реактивов, используемых при получении концентрата.



4. Принцип работы аппаратуры, используемой для исследования процессов, протекающих при выщелачивании (спектроскопия УФ-ИК, электронная микроскопия, рентгенофазовый анализ).

5. Какие реагенты используются для выщелачивания и концентрирования.

6. Какие параметры влияют на эффективность получения концентрата.

7. Какие процессы массопереноса используются в гидрометаллургии? Какое сырье можно перерабатывать на установке?

8. Зачем нужны стенды для проведения гидрометаллургического процесса?

9. Принцип действия агитатора с мешалкой.

10. Особенности выбора материалов для сорбционного извлечения редких элементов.

11. Особенности выбора экстрагентов для извлечения и разделения редких элементов.

12. Методы снижения пожароопасности экстракционного передела.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### 8.4. Структура и пример билетов для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по дисциплине «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности» включает два контрольных вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов.

Пример билета к зачету с оценкой:

|  |   |
|--|---|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. кафедрой ТРЭН</p> <hr/> <p>С.И. Степанов</p> <p>«__» _____ 20 г.</p>   | <p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p>   |
|  | <p><b>Российский химико-технологический университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b></p>   |
|  | <p><b>Кафедра технологии редких элементов и наноматериалов<br/>на их основе</b></p>   |
|  | <p><b>Практика «Производственная практика: практика по<br/>получению профессиональных умений и опыта<br/>профессиональной деятельности»</b></p> |
| <p><b>Билет № 1</b></p>  |   |
| <p>1. Основные технологические операции, используемые для получения циркония методом йодидного рафинирования и режимы их проведения.</p> |   |
| <p>2. Характеристики смесительно-отстойных экстракторов при работе в каскаде.</p>  |   |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### *А. Основная литература:*

1. Раков Э.Г., Хаустов С.В. Процессы и аппараты производств радиоактивных и редких металлов. Учеб. для вузов. М.: Металлургия, 1993. 384 с.
2. Милютин В.В., Рябчиков Б.Е., Трошкина И.Д., Козлов П.Э. Гидрометаллургические методы очистки радиоактивных сточных и природных вод: учебное пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. 108 с.
3. Трошкина И.Д., Руденко А.А. Подземное выщелачивание редких элементов: учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. 128 с.
4. Трошкина И.Д. Комплексная переработка золото-урановых руд: учеб. пособие М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2011. 88 с.
5. Трошкина И.Д., Чекмарев А.М. Оборудование производств материалов современной энергетики. Плазменные процессы: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010. 124 с.

#### *Б. Дополнительная литература:*

1. Захаров Е.И., Рябчиков Б.Е., Дьяков В.С. Ионнообменное оборудование атомной промышленности. М.: Энергоатомиздат, 1987. 248 с.
2. Судариков Б.Н., Раков Э.Г. Процессы и аппараты урановых производств. М.: Машиностроение, 1969. 381 с.
3. Карпачева С.М., Рябчиков Б.Е. Пульсационная аппаратура в химической технологии. М.: Химия, 1983. 224 с.
6. Зеликман А.Н., Коршунов Б.Г. Металлургия редких металлов. М.: Металлургия, 1991. 432 с.
7. Тураев Н.С., Жерин И.И. Химия и технология урана. – М.: Издательский дом «Руда и Металлы», 2006. 396 с.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

#### Научно-технические журналы:

- Журнал «Химическая технология», ISSN 1684-5811
- Журнал «Разведка и охрана недр», ISSN 0034-026X
- Журнал «Цветные металлы», ISSN 0372-2929
- Журнал «Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология», ISSN 0579-2991
- Журнал «Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия», ISSN 0021-3438

#### Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам". URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 20.02.2020).

### 9.3. Средства обеспечения освоения практики

Для освоения практики «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности» используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ "Об

образовании в Российской Федерации" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 20.02.2020).

– Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/94/91/6/67> (дата обращения: 20.02.2020).

– Положение о порядке организации практики (включающей, при необходимости, порядок проведения практики с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, порядок проведения практики для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья) в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://muotr.ru/upload/university/departments/uu/local\\_doc/POLOGENIE\\_o\\_PRAKTIKE\\_1.pdf](https://muotr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/POLOGENIE_o_PRAKTIKE_1.pdf) (дата обращения: 20.02.2020).

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **10.1. Для студентов, обучающихся без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Практика «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности» проводится в 10 семестре в течение 2 недель в форме самостоятельной работы обучающегося по индивидуальному заданию на предприятии по получению редкометаллической продукции под руководством руководителей практики от предприятия и университета.

К прохождению производственной практики на территории предприятия допускаются обучающиеся, прошедшие инструктаж по технике безопасности, пожаробезопасности, внутреннему распорядку предприятия и прослушавшие лекции о структуре предприятия и организации производственного процесса. Регламент практики определяется и устанавливается в соответствии с учебным планом.

Итоговая оценка по практике «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности» (зачет с оценкой, максимальная оценка – 100 баллов) выставляется обучающемуся по итогам написания отчета о прохождении практики по индивидуальному заданию (максимальная оценка – 60 баллов), и итогового опроса обучающегося (максимальная оценка за итоговый опрос – 40 баллов).

Требования к отчету о прохождении практики представлены в п. 8.1.1 настоящей программы.

Примерные темы индивидуальных заданий представлены в п. 8.2. программы.

Вопросы для итогового опроса обучающихся представлены в п. 8.3 программы.

Во время прохождения практики обучающиеся должны строго соблюдать все правила и нормы поведения, установленные на предприятии.

Для получения информации, необходимой для подготовки отчета о прохождении практики по индивидуальному заданию, обучающиеся должны обращаться к руководителю практики от предприятия и университета, а также широко использовать возможности сети Интернет.

### **10.2. Для студентов, обучающихся использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем практики и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### **11.1. Для преподавателей, реализующих обязательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Основной задачей преподавателей, проводящих практику «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности», является практическое ознакомление обучающихся с процессами получения редкометалльной продукции, структурой предприятия, методами и особенностями управления технологическими процессами и основным технологическим оборудованием, а также формирование у обучающихся профессиональных компетенций, предусмотренных учебным планом.

Практика «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности» проводится на предприятиях по переработке редкометалльного сырья и соединений редких элементов, а также по получению наноматериалов на основе редких элементов, с которыми Университетом заключен договор на проведение практики «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности».

Перед выездом на практику руководители практики от Университета проводят в группах собрания, на которых разъясняют цели, задачи и порядок прохождения практики, выдают обучающимся программы практики, индивидуальные задания, знакомят с требованиями к отчетам о прохождении практики и порядком сдачи зачета.

Руководитель практики от Университета обязан за 1-3 дня до начала практики прибыть на предприятие и решить организационные вопросы совместно с руководителем практики от предприятия: распределить обучающихся по рабочим местам, согласовать календарный план прохождения практики; подготовить индивидуальные задания для обучающихся; решить (если это необходимо), вопрос обеспечения обучающихся жильём на время практики. По прибытии на предприятие перед началом работы обучающиеся проходят инструктаж по охране труда, противопожарной безопасности и знакомятся с правилами внутреннего распорядка на предприятии.

Работа практикантов должна контролироваться руководителями практики от предприятия и университета в установленном порядке.

### **11.2. Для преподавателей, реализующих обязательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем практики и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых

технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов преподавательской и учебной деятельности: онлайн консультации; текущий контроль в режиме онлайн-проверки хода выполнения этапов производственной практики и самостоятельной работы.

При реализации рабочей программы практики, в зависимости от конкретной ситуации, ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой практики. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн с использованием электронной почты.

## **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку при прохождении обучающимися практики «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности» обеспечивает информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по всем дисциплинам, практикам и ГИА основной образовательной программы по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации № 1 - «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла»

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2020 составляет 1 715 452 экз..

ИБЦ обеспечивает самостоятельную работу обучающихся в читальных залах, предоставляя широкий выбор литературы по актуальным направлениям, а также обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания ИБЦ использует технологию электронной доставки документов.

**Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения**

| № | Электронный ресурс                           | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей  | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором  |
|---|--|--|--|
| 1 | Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ» | <p>Принадлежность - сторонняя</p> <p>Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г.</p> <p>Сумма договора – 642 083-68</p> <p>Срок действия с «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Дополнительный Договор № 33.03-Р-3.1-2217/2020 от 02.03.2020 г.</p> <p>Сумма договора- 30 994-52</p> <p>Срок действия с «02» марта 2020 г. по «25» сентября 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020</p> <p>Сумма договора – 747 661-28</p> <p>Срок действия Договора с «26» сентября 2020г. по «25» сентября 2021г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p> | <p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки"-изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика»-изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент»- изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 2 | Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им.Д.И.Менделеева (на базе ИБС «Ирбис») | Принадлежность – собственная РХТУ.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a><br>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера   | Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.  |
| 3 | Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».  | Принадлежность сторонняя.<br>Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 189-2647А/2019 От 09.01.2020 г.<br>Сумма договора – 601110-00 С «01» января.2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a><br>Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ. | Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД   |
| 4 | Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ).                                      | Принадлежность – сторонняя<br>Реквизиты договора – ФГБУ РГБ, Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br>Сумма договора - 398 840-00 С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a><br>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.   | В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации. |
| 5 | БД ВИНТИ РАН   | Принадлежность сторонняя,<br>Реквизиты договора- ВИНТИ РАН<br>Договор № 33.03-Р-3.1-2047/2019 от 25 февраля 2020 г.<br>Сумма договора - 100 000-00 С «25» февраля 2020 г. по «24 » февраля 2021 г.<br>Ссылка на сайт- <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a><br>Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.                      | Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов  |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| 6 | Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru» | Принадлежность – сторонняя<br>Реквизиты договора –<br>ООО Научная электронная библиотека,<br>договор № 33.03-Р-3.1<br>2087/2019<br>Сумма договора – 1100017-00<br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт –<br><a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a><br>Количество ключей – доступ<br>для пользователей РХТУ по ip-<br>адресам неограничен. | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов. |
| 7 | Справочно-правовая система «Консультант+»   | Принадлежность сторонняя-<br>Договор № 174-247ЭА/2019<br>от 26.12.2019 г.<br>Сумма договора - 927 029-80<br><br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br><br>Ссылка на сайт-<br><a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a><br>Количество ключей – 50<br>пользовательских лицензий по<br>ip-адресам.  | Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.   |
| 8 | Справочно-правовая система Гарант»          | Принадлежность сторонняя<br>Договор №166-235ЭА/2019<br>от 23.12.2019 г.<br>Сумма договора - 603 949-84<br><br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br><br>Ссылка на сайт –<br><a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a><br>Количество ключей – 50<br>пользовательских лицензий по<br>ip-адресам.   | Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.  |



|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 9  | Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"   | <p>Принадлежность сторонняя-«Электронное издательство ЮРАЙТ»<br/> Договор № 33.03-Р-3.1-220/2020 от 16.03.2020 г.<br/> Сумма договора - 324 000-00</p> <p>С «16» марта 2020 г.<br/> по «15» марта 2021 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> | <p>Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.</p> |
| 10 | Электронно-библиотечная система «Консультант студента» | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «Политехресурс»<br/> Договор № 33.03-Р-3.1-218/2020 От «16» марта 2020 г.<br/> Сумма договора-36 500-00</p> <p>С «17» марта 2020 г.<br/> по «16» марта 2021 г</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>       | <p>Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».</p>  |
| 11 | Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»          | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «ЗНАНИУМ»,<br/> Договор № 4309 эбс 33.03-Р-3.1-2215/2020 от «20» марта 2020 г.<br/> Сумма договора-30 000-00</p> <p>С «20» марта 2020 г.<br/> по «19» марта 2021г</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>                   | <p>Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.</p>  |
| 12 | Информационно-аналитическая система Science            | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «Научная электронная библиотека»</p>  | <p>Дистанционная поддержка публикационной активности преподавателей университета</p>   |

|    |                           |  |   |
|----|---------------------------|--|---|
|    | Index                     | <p>Договор № SIO-364/19 33.03-P-3.1-2103/2019<br/>от «17» февраля 2020 г.<br/>Сумма договора-90 000-00</p> <p>с «17» февраля 2020 г.<br/>по «16» февраля 2021 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей –<br/>локальный доступ для<br/>сотрудников ИБЦ</p>  |   |
| 13 | Издательство Wiley        | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо<br/>РФФИ от 07.07.2020 г. № 694<br/>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для<br/>пользователей РХТУ по IP-<br/>адресам неограничен. Возможен<br/>удаленный доступ после<br/>индивидуальной регистрации.</p> | Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.  |
| 14 | QUESTEL ORBIT             | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо<br/>РФФИ от 09.10.2020 г. № 1162<br/>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://orbit.com">https://orbit.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ<br/>для пользователей РХТУ по ip-<br/>адресам неограничен.</p>  | ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов. |
| 15 | American Chemical Society | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо<br/>РФФИ от 25.06.2020 г. № 637<br/>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a></p> <p>Количество ключей – доступ<br/>для пользователей РХТУ по ip-<br/>адресам неограничен.</p>   | Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society   |

|    |   |   |  |
|----|---|---|--|
|    |   | <p>Настройка удаленного доступа:<br/> <a href="https://pubs.acs.org/page/remotecaccess">https://pubs.acs.org/page/remotecaccess</a></p>   |  |
| 16 | База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.07.2020 г. № 712</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Удаленный доступ.</p>   | <p>Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.</p>  |
| 17 | Ресурсы международной компании Clarivate Analytics                | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 692</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Удаленный доступ.</p> | <p>Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.</p>   |
| 18 | Электронные ресурсы издательства SpringerNature                   | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ.</p>  | <p>- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>- Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group <a href="https://www.nature.com/siteindex/index.html">https://www.nature.com/siteindex/index.html</a></p> <p>- Коллекция научных протоколов по различным</p> |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
|    |  |  | <p>отраслям знаний Springer Protocols<br/> <a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database)<br/> <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a></li> <li>- Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме</li> <li>- Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH<br/> <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a></li> <li>- Nano Database<br/> <a href="https://goo.gl/PdhJdo">https://goo.gl/PdhJdo</a></li> </ul> <p>Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a></p> |
| 19 | База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service  | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 635 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.</p> | <p>SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.</p>  |
| 20 | Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 772</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.</p>             | <p>«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов.</p> <p>«Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и</p>   |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
|    |  | Удаленный доступ.   | медицинских наук.<br>Доступ к архивам 2015-2019 гг.  |
| 21 | American Institute of Physics (AIP)                          | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 № 1188</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://scitation.aip.org">http://scitation.aip.org</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа:<br/><a href="https://www.scitation.org/remote-access">https://www.scitation.org/remote-access</a></p>  | Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP).                             |
| 22 | Scopus   | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>.</p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ.</p>   | Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER   |
| 23 | Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество) | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа:<br/><a href="https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access">https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access</a></p> | Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии. |

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов:

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

12. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>

Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

13. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>

В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

14. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>

База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

15. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

16. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

17. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>

Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

18. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>

ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

19. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>

PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

20. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>

Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.

21. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>

Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

22. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru)

Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

### 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

В соответствии с учебным планом, практика «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности» проводится в форме самостоятельной работы обучающегося с использованием материально-технической базы Предприятия и Университета.

#### Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---|--|
| 1     | Неисключительная лицензия на использование Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprise<br>В составе:<br>4) В составе Microsoft Office Professional Plus 2019:<br>• Word<br>• Excel | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 657 комплектов.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907<br><br>Каждый комплект включает:<br>1) Лицензию на комплекс для создания презентаций, электронных текстов и таблиц, обработки баз данных Microsoft Office.<br>2) Лицензию для подключения пользователей к серверным системам Microsoft: | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии |
|-------|---|--|---|----------------------------------|
|       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> <p>5) Microsoft Core CAL</p> <p>6) Microsoft Windows Upgrade</p> |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exchange Server Standard,</li> <li>• Exchange Server Enterprise,</li> <li>• SharePoint Server,</li> <li>• Skype для бизнеса Server,</li> <li>• Windows MultiPoint Server Premium,</li> <li>• Windows Server Standard,</li> <li>• Windows Server Data Center</li> </ul> <p>3) Лицензию на обновление операционной системы для рабочих станций Windows 10. Дополнительно на ВУЗ предоставляется право на использование 1 (одной) лицензии средств разработки в рамках учебных компьютеров одного технического, естественнонаучного факультета (кафедры) и предоставления студентам для целей обучения Azure Dev Tools for Teaching. Количество активаций неограниченно в рамках подразделения.</p> |                                  |
| 2     | <p>Неисключительная лицензия на использование Учебный Комплект Компас-3D v18 на 50 мест. Проектирование и конструирование в машиностроении, лицензия.</p>   | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>2 лицензии на учебный комплект программного обеспечения для проектирования и конструирования в машиностроении, рассчитанные на активацию на 50 мест каждая.</p>  | <p>бессрочно</p>                 |



| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|---------------------------------------|---|--|
| 3     | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (одна) сетевая лицензия на 200 пользователей  | бессрочно  |
| 4     | Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition Legalization GetGenuine Legalization  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 150 лицензий. Соглашение Microsoft OLV № V6159937   | бессрочно  |
| 5     | Неисключительная лицензия на использование SysCtrDatactrCore ALNG LicSAPk OLVS 16License E 1Y AcademicEdition Additional Product CoreLic<br>Предоставляет право на использование продуктов Microsoft: Configuration Manager Data Protection Manager Endpoint Protection Operations Manager Orchestrator Service Manager Virtual Machine Manager | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (один) комплект, включающий 16 (шестнадцать) лицензий для активации на 16 (шестнадцати) физических процессорных ядрах. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|--|--|--|---|
| 6     | <p>Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFaculty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP</p> <p>Приложения в составе подписки:<br/>Outlook<br/>OneDrive<br/>Word<br/>Excel<br/>PowerPoint<br/>Microsoft Teams</p>                  | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа.<br/>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 7.    | <p>Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft</p> <p>Приложения в составе подписки:<br/>Outlook<br/>OneDrive<br/>Word<br/>Excel<br/>PowerPoint<br/>Microsoft Teams</p>              | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>26280 лицензий для студентов ВУЗа.<br/>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p>                             | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 8.    | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License</p> <p>ПО для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах</p>  | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий                                | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|--|--|--|---|
| 9.    | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License</p> <p>По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>20 лицензий для виртуальных и облачных сред</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 10.   | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License</p> <p>По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов</p>                           | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>2000 лицензий для почтовых серверов</p>         | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

#### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки   |
|--|---|--|
| <p><b>Раздел 1.</b><br/>Ознакомление и изучение экспериментальной установки получения концентрата редких элементов.</p>  | <p style="text-align: center;"><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-технологические процессы, принципиальную технологическую схему производства и основное технологическое оборудование, используемые для извлечения редких элементов гидро- и пирометаллургическими методами;</li> <li>-организационную структуру предприятий по производству редких элементов и продукции на их основе;</li> <li>-основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса, исходного сырья и качества продукции;</li> <li>-основные нормативные документы по стандартизации и сертификации редкометалльной продукции;</li> <li>-правила техники безопасности, экологии и производственной санитарии.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принимать конкретные технические решения при осуществлении технологического процесса, выбирать технические средства для контроля и регулировки технологических параметров;</li> <li>– использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.</li> </ul> | <p>Оценка за отчет о прохождении практики<br/>«Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности».</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p> |
| <p><b>Раздел 2.</b><br/>Изучение основных технологических процессов, параметров и методов их регулирования на опытно-промышленной установке для гидрометаллургического процесса.</p> | <p style="text-align: center;"><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- технологические процессы, принципиальную технологическую схему производства и основное технологическое оборудование, используемые в получении, концентрировании и разделении редких элементов и наноматериалов на их основе гидро- и пирометаллургическими методами;</li> <li>- организационную структуру предприятий по производству продукции на основе редких элементов;</li> <li>- основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса, исходного сырья и качества продукции;</li> <li>- основные нормативные документы по стандартизации и сертификации редкометалльной продукции</li> </ul>  | <p>Оценка за отчет о прохождении практики<br/>«Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности».</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p> |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | <p>- правила техники безопасности, экологии и производственной санитарии.</p> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принимать конкретные технические решения при осуществлении технологического процесса, выбирать технические средства для контроля и регулировки технологических параметров;</li> <li>- использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности;</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса;</li> <li>- способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.</li> </ul> <p>-</p>  |  |
| <p><b>Раздел 3.</b><br/>Изучение основных узлов, схем и технологических параметров работы экспериментального стенда по получению полупродукта редких элементов.</p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- технологические процессы, принципиальную технологическую схему производства и основное технологическое оборудование, используемые в разделении редких элементов и наноматериалов на их основе гидро- и пирометаллургическими методами;</li> <li>- организационную структуру предприятий по производству продукции на основе редких элементов;</li> <li>- основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса, исходного сырья и качества продукции;</li> <li>- основные нормативные документы по стандартизации и сертификации редкометалльной продукции;</li> <li>- правила техники безопасности, экологии и производственной санитарии.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принимать конкретные технические решения при осуществлении технологического процесса, выбирать технические средства для контроля и регулировки технологических параметров;</li> <li>- использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности;</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров</li> </ul> | <p>Оценка за отчет о прохождении практики «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности».</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p> |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <p>технологического процесса;<br/> – способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.</p>   |   |
| <p><b>Раздел 4.</b><br/> Систематизация материала, подготовка отчета о прохождении практики.</p> | <p style="text-align: center;"><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- технологические процессы, принципиальную технологическую схему производства и основное технологическое оборудование, используемые в разделении редких элементов и наноматериалов на их основе гидро- и пирометаллургическими методами;</li> <li>- организационную структуру предприятий по производству продукции на основе редких элементов;</li> <li>- основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса, исходного сырья и качества продукции;</li> <li>- основные нормативные документы по стандартизации и сертификации редкометалльной продукции</li> <li>- правила техники безопасности, экологии и производственной санитарии.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принимать конкретные технические решения при осуществлении технологического процесса, выбирать технические средства для контроля и регулировки технологических параметров;</li> <li>– использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.</li> </ul> | <p>Оценка за отчет по практике:<br/> «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности».</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p> |

## **15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А

– Положением о порядке организации практики (включающей, при необходимости, порядок проведения практики с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, порядок проведения практики для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья) в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащении образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе**  
**«Производственная практика: практика по получению**  
**профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности»**  
**основной образовательной программы**

**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**  
код и наименование направления подготовки (специальности)

**специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла»**

наименование ООП

Форма обучения: очная

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения                              |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 __ г. |
| 2.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 __ г. |
| 3.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 __ г. |
| 4.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 __ г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 __ г. |



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«Утверждаю»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
«ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА»**

**Специальность 18.05.02 Химическая технология материалов современной  
энергетики**

**Специализация № 1 – «Химическая технология материалов ядерного  
топливного цикла»**

**Квалификация «инженер»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2020 г.**

Программа составлена:

Заведующим кафедрой технологии редких элементов и наноматериалов на их основе,  
доктором химических наук, профессором С.И. Степановым,

Профессором, доктором химических наук, профессором С.В. Чижевской

Профессором, доктором технических наук, профессором И.Д. Трошкиной

Доцентом, кандидатом химических наук А.В. Жуковым

Доцентом, кандидатом химических наук А.В. Бояринцевым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе «10» марта 2020 г., протокол № 14.

## СОДЕРЖАНИЕ

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | Цели и задачи практики   | 4  |
| 2.    | Требования к результатам освоения практики   | 4  |
| 3.    | Объем практики и виды учебной работы   | 6  |
| 4.    | Содержание практики  | 7  |
| 4.1.  | Разделы практики   | 7  |
| 4.2.  | Содержание разделов практики   | 7  |
| 5.    | Соответствие содержания требованиям к результатам освоения практики  | 7  |
| 6.    | Практические и лабораторные занятия  | 9  |
| 6.1.  | Практические занятия   | 9  |
| 6.2.  | Лабораторные занятия   | 9  |
| 7.    | Самостоятельная работа   | 9  |
| 8.    | Примеры оценочных средств для контроля освоения практики   | 10 |
| 8.1.  | Требования к отчету о прохождении практики   | 10 |
| 8.2.  | Примерная тематика отчетов по практике   | 11 |
| 8.3.  | Примеры вопросов для итогового контроля освоения практики (зачет с оценкой)  | 13 |
| 8.4.  | Структура и пример билетов для зачета с оценкой  | 16 |
| 9.    | Учебно-методическое обеспечение практики   | 16 |
| 9.1.  | Рекомендуемая литература   | 16 |
| 9.2.  | Рекомендуемые источники научно-технической информации  | 18 |
| 9.3.  | Средства обеспечения освоения практики   | 18 |
| 10.   | Методические указания для обучающихся  | 19 |
| 10.1. | Для студентов, обучающихся по очной форме без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                 | 19 |
| 10.2. | Для студентов, обучающихся по очной форме с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий                  | 20 |
| 11.   | Методические указания для преподавателей   | 20 |
| 11.1. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий | 20 |
| 11.2. | Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий  | 21 |
| 12.   | Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе  | 21 |
| 13.   | Материально-техническое обеспечение практики   | 31 |
| 13.1. | Оборудование, необходимое в образовательном процессе   | 32 |
| 13.2. | Учебно-наглядные пособия   | 32 |
| 13.3. | Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства  | 32 |
| 13.4. | Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы  | 32 |
| 13.5. | Перечень лицензионного программного обеспечения  | 32 |
| 14.   | Требования к оценке качества освоения практики   | 37 |
| 15.   | Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья                                 | 38 |

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, по специализации № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», рекомендациями методической секции и накопленным опытом проведения практик кафедрой технологии редких элементов и наноматериалов на их основе РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа «Преддипломная практика» относится к базовой части учебного плана, к блоку 2 «Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)» и рассчитана на проведение практики в 11 семестре (6 курс обучения). Программа предполагает, что обучающиеся освоили все дисциплины, предусмотренные учебным планом, имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии материалов современной энергетики, в том числе – в области химии и технологии редких элементов, и могут проводить экспериментальные исследования по всем разделам этой области химии.

**Цель практики** – выполнение выпускной квалификационной работы (ВКР).

**Задачами практики** являются:

– окончательное формирование у обучающихся целостного представления об организации научно-исследовательской деятельности и системе управления научными исследованиями;

– приобретение опыта организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы. постановки и выполнения научно-исследовательских (в случае выполнения научно-исследовательской работы) и проектных (в случае выполнения расчетно-графической работы) задач в интересах научных организаций, предприятий промышленности;

– освоение методов, приёмов, технологий анализа и систематизации научно-технической информации, разработки планов и программ проведения научных исследований;

– развитие у обучающихся личностно-профессиональных качеств учёного-исследователя, определение направлений перспективных исследований с учётом мировых тенденций развития науки, техники и технологий;

– проведение экспериментов по заданной методике, анализ их результатов и подготовка материалов для выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР), составления научных отчётов и публикаций и т.п.

В случае выполнения проектной расчётно-графической ВКР основной задачей является сбор, анализ, систематизация необходимой для выполнения ВКР информации по функционированию технологических линий производства материалов ядерного топливного цикла (ЯТЦ).

Способ проведения практики: стационарная или выездная.

Контроль успеваемости обучающихся ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Проведение преддипломной практики при подготовке инженеров по специальности по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла» способствует формированию следующих компетенций:

**Профессиональные компетенции:**

**- производственно-технологическая деятельность:**

– способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);

- способность к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса (ПК-2);
- способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);
- способность принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4);
- способность к анализу систем автоматизации производства и разработке мероприятий по их совершенствованию (ПК-5);

**научно-исследовательская деятельность:**

- способность к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач (ПК-9);
- способность самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10);
- готовность использовать методы оценки риска и разрабатывать меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий обращения с объектами профессиональной деятельности (ПК-11);
- способность представлять результаты исследования в формах отчётов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способностью формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ПК-12);
- способность к проведению патентных исследований с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений (ПК-19);
- способность к разработке новых технологических схем на основе результатов научно-исследовательских работ (ПК-20);

**Профессионально-специализированные компетенции:**

- способность к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1);
- способность осуществлять контроль за сбором, хранением и переработкой радиоактивных отходов различного уровня активности с использованием передовых методов обращения с РАО (ПКС-1.2).

В результате прохождения практики обучающийся должен:

**знать:**

- основы организации и методологию научных исследований;
- современные научные концепции в области химической технологии материалов ядерного топливного цикла;
- структуру и методы управления современным производством материалов ЯТЦ.
- принципы и методы выполнения экспериментов и испытаний по теме выпускной квалификационной работы;

**уметь:**

- работать с научными текстами, пользоваться научно-справочным аппаратом;
- обрабатывать, анализировать полученные экспериментальные данные;
- оформлять результаты научных исследований;
- использовать полученные теоретические знания для проектирования технологических линий производств материалов ЯТЦ.

**владеть:**

- приёмами разработки планов и программ проведения научных исследований.
- навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности, работы с

источниками научной информации, реферирования публикаций;  
 – методами проектирования основных и вспомогательных цехов производства материалов ЯТЦ, способами расчета технологического оборудования.

### 3. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Преддипломная практика проводится в 11 семестре. Итоговый контроль прохождения практики осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

| Виды учебной работы                                  | Всего                  |               |
|--|------------------------|---------------|
|  | Зачет. единиц          | Академ. часов |
| <b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b> | <b>24,0</b>            | <b>864</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>       | <b>15,0</b>            | <b>540</b>    |
| Лабораторные работы                                  | 15,0                   | 540           |
| <b>Самостоятельная работа</b>                        | <b>9,0</b>             | <b>324</b>    |
| Контактная самостоятельная работа                    | 9,0                    | 0,4           |
| Самостоятельное изучение разделов практики           |                        | 323,6         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                       | <b>зачет с оценкой</b> |               |

| Виды учебной работы                                  | Всего                  |               |
|--|------------------------|---------------|
|  | Зачет. единиц          | Астрон. часов |
| <b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b> | <b>24,0</b>            | <b>648</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>       | <b>15,0</b>            | <b>405</b>    |
| Лабораторные работы                                  | 15,0                   | 405           |
| <b>Самостоятельная работа</b>                        | <b>9,0</b>             | <b>243</b>    |
| Контактная самостоятельная работа                    | 9,0                    | 0,3           |
| Самостоятельное изучение разделов практики           |                        | 242,7         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                       | <b>зачет с оценкой</b> |               |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

### 4.1. Разделы практики и виды занятий

| Раздел № | Название раздела  | Объем раздела, академ. часов |                           |                   |
|----------|---|------------------------------|---------------------------|-------------------|
|          |   | Всего                        | Л<br>абор.<br>заняти<br>я | Самост.<br>работа |
| •        | <b>Раздел 1. Проведение научных исследований по тематике выпускной квалификационной работы.</b> | <b>864</b>                   | <b>540</b>                | <b>324</b>        |
|          | <b>Итого:</b>   | <b>864</b>                   | <b>540</b>                | <b>324</b>        |
|          | <b>Всего часов</b>  | <b>864</b>                   |                           |                   |

### 4.2. Содержание разделов практики

#### **Раздел 1. Проведение научных исследований по тематике выпускной квалификационной работы**

Определение целей и задач преддипломной практики. Составление и согласование плана выполнения ВКР, контрольных точек, вида и объема представляемого к каждой контрольной точке материала. Организационно-методические мероприятия. Сбор и анализ научно-технической информации по теме ВКР.

При выполнении ВКР в форме научно-исследовательской работы проводится сбор и анализ литературных и научно-информационных источников по теме ВКР, отработка методик и выполнение экспериментальных исследований, обработка и систематизация полученного материала.

В случае выполнения ВКР в форме проектной расчётно-графической работы (РГР) при прохождении преддипломной практики проводится сбор, анализ, систематизация необходимой для выполнения РГР информации по функционированию технологических линий производства материалов ЯТЦ, подбор и согласование работы основного и вспомогательного технологического оборудования.

Оформление отчёта по преддипломной практике проводится в виде аналитического обзора по теме ВКР.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

| В результате прохождения практики обучающийся должен:   | Разделы |
|---|---------|
|   | 1       |
| <b>Знать:</b>   |         |
| – основы организации и методологию научных исследований;  | +       |
| – современные научные концепции в области химической технологии материалов ядерного топливного цикла; | +       |
| – структуру и методы управления современным производством материалов ЯТЦ;                             | +       |
| – принципы и методы выполнения экспериментов и испытаний по теме выпускной квалификационной работы;   | +       |
| <b>Уметь:</b>   |         |
| – работать с научными текстами, пользоваться научно-справочным аппаратом;                             | +       |
| – обрабатывать, анализировать полученные экспериментальные данные;                                    | +       |

|   |   |
|---|---|
| – оформлять результаты научных исследований;  | + |
| – использовать полученные теоретические знания для проектирования технологических линий производств материалов ЯТЦ;   | + |
| <b><i>Владеть:</i></b>  |   |
| – навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности, работы с источниками научной информации, реферирования научных публикаций;  | + |
| – методами проектирования основных и вспомогательных цехов производства материалов ЯТЦ; способами расчёта технологического оборудования   | + |
| В результате прохождения практики обучающийся должен приобрести следующие <b>компетенции:</b>   |   |
| <b><i>Профессиональные компетенции:</i></b>   |   |
| – способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для контроля его основных параметров, свойств сырья и готовой продукции (ПК-1);   | + |
| – способность к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса (ПК-2);       | + |
| – способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);   | + |
| – способность принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4);   | + |
| – способность к анализу систем автоматизации производства и разработке мероприятий по их совершенствованию (ПК-5);  | + |
| – способность к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач (ПК-9);   | + |
| – способность самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10); | + |
| – готовность использовать методы оценки риска и разрабатывать меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий обращения с объектами профессиональной деятельности (ПК-11);  | + |
| – способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способностью формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ПК-12);                            | + |
| – способность к проведению патентных исследований с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений (ПК-19);  | + |
| – способность к разработке новых технологических схем на основе результатов научно-исследовательских работ (ПК-20);   | + |
| <b><i>Профессионально-специализированные компетенции:</i></b>   |   |
| – способность к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1);                             | + |
| – способность осуществлять контроль за сбором, хранением и переработкой радиоактивных отходов различного уровня активности с использованием передовых методов обращения с РАО (ПКС-1.2).  | + |



## **6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ**

### **6.1. Практические занятия**

Учебным планом подготовки инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла» проведение практических занятий по практике «Преддипломная практика» не предусмотрено.

### **6.2. Лабораторные занятия**

Учебным планом подготовки инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла» при прохождении преддипломной практики предусмотрено выполнение лабораторных работ в объеме 540 академических часов (405 астроном. часов).

Лабораторные работы включают в себя проведение экспериментов по тематике ВКР в научных лабораториях кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе Университета или в научных лабораториях, технологических подразделениях, информационных центрах сторонней научно-исследовательской организации.

Тематика лабораторных работ определяется индивидуальным заданием и устанавливается в соответствии с темой государственной итоговой аттестации и выпускной квалификационной работы. Примерный перечень тем выпускных квалификационных работ представлен в разделе 8.2 программы.

## **7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

Программой преддипломной практики подготовки инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла» на самостоятельную работу обучающегося отводится 324 академических часа (243 астроном. ч.) Регламент практики определяется и устанавливается в соответствии с учебным планом и темой государственной итоговой аттестации обучающегося.

Основу содержания самостоятельной работы обучающегося при прохождении преддипломной практики в случае выполнения выпускной квалификационной работы в виде НИР составляет освоение методов, приемов, технологий анализа и систематизации научно-технической информации, разработка планов и программ проведения научных исследований и выполнение исследований по теме ВКР с учётом интересов и возможностей кафедры или организации, где проводится практика.

При прохождении преддипломной практики обучающийся должен использовать совокупность форм и методов самостоятельной работы:

- посещение семинаров кафедры (проблемной лаборатории, научной группы);
- изучение методик анализа и систематизации научно-технической информации, разработки планов и программ проведения научных исследований;
- посещение предприятий по производству материалов современной энергетики, выставок;
- самостоятельное изучение рекомендуемой литературы.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ**

Итоговая оценка по практике (зачет с оценкой, максимальная оценка – 100 баллов) выставляется обучающемуся по итогам написания отчета о прохождении практики «Преддипломная практика» (максимальная оценка за отчет по практике – 60 баллов) и

итогового опроса обучающегося на зачете (максимальная оценка за итоговый опрос – 40 баллов).

### **8.1. Требования к отчету о прохождении практики**

Отчет о прохождении практики «Преддипломная практика» выполняется обучающимся во время прохождения практики в соответствии с календарным учебным графиком рабочего учебного плана подготовки инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

Отчет о прохождении практики должен содержать следующие основные разделы:

- титульный лист с наименованием вида практики и названия научно-исследовательской организации или производственного предприятия – места прохождения практики;
- содержание (наименование всех текстовых разделов отчета);
- результаты выполнения обучающимся программы выпускной квалификационной работы в процессе прохождения практики:

*при выполнении выпускной квалификационной работы в виде НИР:*

- цели и задачи научной работы;
- анализ информации, полученной из различных информационных источников, по теме итоговой квалификационной работы (Литературный обзор);
- выводы по литературному обзору.

*при выполнении выпускной квалификационной работы в виде РГР:*

- обоснование точки строительства, мощности, ассортимента выпускаемой продукции и основной концепции предприятия или линии по производству материала современной энергетики;
- технологической схемы и описание работы технологической линии или предприятия по производству;
- основные технологические расчеты технологической линии или предприятия по производству материала современной энергетики;
- входной, производственный контроль и методы контроля качества готовой продукции;
- графический материал (чертежи), предусмотренные планом выпускной квалификационной работы;
- Список использованных литературных и информационных источников.

Отчет о прохождении преддипломной практики выполняется с помощью персонального компьютера на листах формата А4, поля – стандартные, шрифт – Times New Roman, 12, через 1,5 интервала. Таблицы и рисунки выполняются в соответствии с ГОСТ 7.32-2001. Текстовый материал необходимо иллюстрировать рисунками и фотографиями, выполненными во время прохождения практики или полученными из сети Интернет.

Страницы отчета нумеруют арабскими цифрами со сквозной нумерацией по всему тексту; титульный лист включают в общую нумерацию страниц отчета, но номер страницы на титульном листе не проставляют.

Ссылки на использованные источники располагают в тексте в порядке их появления и нумеруют арабскими цифрами без точки в квадратных скобках, например, [1]; [3-5]. Библиографические ссылки оформляют в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.

### **8.2. Примерная тематика отчетов по практике**

Тематика отчета по преддипломной практике должна соответствовать тематике государственной итоговой аттестации и выпускной квалификационной работе.

**Примерная тематика отчетов по темам выпускных квалификационных работ**

Для выполнения ВКР в форме НИР:

1. Синтез гидроксидов циркония методом гетерофазного осаждения
2. Синтез глицин-нитратным методом порошков иттрий-алюминиевого граната, допированного эрбием, для функциональной керамики
3. Синтез монофазного пентатитаната лития с участием титанового прекурсора, полученного методом солевого гидролиза
4. Осаждение тонкопленочных оптических покрытий оксида титана распылением керамической мишени в плазме магнетронного разряда
5. Адсорбция рения из серноокисло-хлоридных растворов активированными углями и композитами на основе наноуглеродных материалов
6. Карбонатно-щелочная переработка имитатора уранового ОЯТ в КАРБЭКС-процессе
7. Получение наноразмерных композитных покрытий для радиационной фотоники на основе многокомпонентных оксидных гетероструктур, допированных РЗЭ
8. Стабильность фазового состава экстрагентосодержащих импрегнатов
9. Разделение редкоземельных элементов среднетяжелой группы смесями Aliquat336 и Суапех572 с ТБФ из нитратных сред
10. Карбонатное выщелачивание молибдена из отработанного алюмокобальтмолибденового катализатора гидроочистки нефтяных фракций
11. Оптимизация процесса осаждения карбонатов лантана и церия из растворов от разделения РЗК углеаммонийной солью, полученной методом гетерофазного синтеза
12. Экстракционная переработка щелочных и карбонатных растворов после выщелачивания отработанного алюмокобальтмолибденового катализатора
13. Экстракционное разделение лантана, празеодима и неодима по линии Pr/Nd из нитратных сред смесями ТБФ-ТОМАН в толуоле
14. Экстракционный аффинаж урана из карбонатных растворов переработки имитатора уранового ОЯТ
15. Экстракционное разделение лантана, празеодима и неодима по линии La/Pr из нитратных сред смесями ТБФ-ТОМАН в толуоле
16. Влияние состава водной фазы на экстракцию РЗЭ фосфазенами
17. Извлечение молибдена и кобальта при комплексной переработке отработанных катализаторов гидроочистки
18. Экстракционное разделение легкой группы РЗЭ по линии Ce/Pr из нитратных сред смесями ТБФ-ТОМАН
19. Экстракционное разделение легкой группы РЗЭ по линии Pr/Nd из нитратных сред смесями ТБФ-ТОМАН
20. Термодиструкционный синтез тонкопленочных покрытий на основе оксидов урана с использованием карбоксилатных прекурсоров
21. Окислительное растворение оксидов урана в карбонатных средах
22. Экстракционное разделение легкой группы РЗЭ по линии La/Pr из нитратных сред смесями ТБФ-ТОМАН
23. Влияние природы минеральной кислоты в водном растворе на экстракцию РЗЭ фосфазеном
24. Синтез нанопорошков на основе оксида тербия для оптически прозрачной керамики
25. Синтез наноструктурированных порошков пентатитаната лития
26. Сорбция рения из серноокислых растворов ТВЭКСом-ДИДА
27. Растворение ренийсодержащих шлифотходов
28. Исследование взаимодействия технеция с перспективными редокс-реагентами для операции восстановительной реэкстракции в технологии переработки ОЯТ
29. Экстракционная очистка урана(VI) из карбонатных растворов от примесей имитаторов продуктов деления
30. Переработка концентратов конденсации рения из вулканических газов
31. Сорбция рения аминсодержащими импрегнатами

32. Извлечение рения биосорбентами на основе микроорганизмов
33. Разделение концентрата РЗЭ среднетяжелой группы ОАО «СМЗ» с получением гадолиния
34. Исследование экстракции Sc из нитратных растворов, содержащих РЗЭ, НФОС и смесями ФОК с органическими основаниями
35. Получение и сравнительный анализ десорбционных характеристик комплексобразующего сорбента–ТВЭКС, содержащего трибутилфосфат, при элюировании урана
36. Определение критических параметров микроструктуры топливных таблеток из диоксида урана с выгорающим поглотителем (Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)
37. Гетерофазная конверсия фтороцирконатов щелочных элементов и аммония в гидроксиды циркония
38. Экстракция Gd, Tb, Dy из нитратных сред алкилфосфонитрильными соединениями
39. Экстракционное разделение U(VI) и Pu(IV) из карбонатных и карбонатно-фторидных растворов карбонатом метилтриоктиламмония
40. Экстракционное разделение РЗЭ тяжелой группы (Er(III), Ho(III), Dy(III), Y(III)) смесями фосфорорганических кислот
41. Получение иттрия при переработке концентрата РЗЭ среднетяжелой группы ОАО «Акрон» экстракцией карбоновыми и фосфорорганическими кислотами из хлоридных и нитратных среде
42. Экстракционное разделение U(VI) и Am(III) из карбонатных и карбонатно-фторидных растворов карбонатом метилтриоктиламмония
43. Твердофазный синтез люминофоров на основе цирконатов щелочноземельных элементов
44. Синтез титанатов лития
45. Влияние природы разбавителя на экстракцию лантаноидов фосфорилкетонами
46. Получение нитрато-дефицитных растворов уранилнитрата для использования в WAR процессе
47. Экстракционное разделение U(VI), Eu(III) и Y(III) из карбонатных и карбонатно-фторидных растворов солями МТОВА
48. Сорбция рения из сернокислых растворов слабоосновными ионитами
49. Исследование состава смешанных разнолигандных CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, F<sup>-</sup>, OH<sup>-</sup>, O<sub>2</sub><sup>2-</sup> комплексов урана (VI) методом производной электронной спектроскопии
50. Экстракционное разделение среднетяжелых РЗЭ с использованием смесей экстрагентов ТБФ - ТАМАН и ТБФ - Суанех 572

*Для выполнения ВКР в форме РГР:*

1. Проектирование цеха по изготовлению порошка керамического ядерного топлива для реакторов типа ВВЭР-1000
2. Проектирование участка по изготовлению наноразмерных ураноксидных пленочных покрытий с использованием карбоксилатных прекурсоров
3. Проектирование цеха по производству монофазного пентатитаната лития с участием титанового прекурсора, полученного методом солевого гидролиза
4. Проектирование участка по изготовлению топливных таблеток из UO<sub>2</sub> с выгорающим поглотителем (Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)
5. Проектирование цеха по производству люминофоров из иттрий-алюминиевого граната, допированного церием
6. Проектирование цеха по производству дискретных волокон на основе частично стабилизированного диоксида циркония
7. Проектирование цеха по изготовлению порошков иттрий-алюминиевого граната, допированного эрбием, для получения оптически прозрачной керамики

8. Проектирование участка по получению гидроксида циркония, пригодного для получения азотнокислых растворов для экстракционной очистки циркония, путем гетерофазной конверсии гексафтороцирконата калия раствором щелочи
9. Проектирование участка по изготовлению композиционных протонопроводящих мембран для топливных элементов
10. Проектирование участка по получению оксидов урана путем твердофазной конверсии тетрафторида урана с помощью кремнезема и филлосиликатов.

### 8.3. Примеры вопросов для итогового контроля освоения практики (зачет с оценкой)

1. В каком температурном режиме Вы проводили спекание керамики состава  $Y_{1.5}Er_{1.5}Al_5O_{12}$ ?
2. При помощи какого метода Вы определяли оптимальную температуру спекания ваших отпрессованных заготовок из ЧСДЦ?
3. Какое оптимальное, по вашему мнению, давление прессования для получения плотной керамики?
4. Как вы рассчитывали содержание фазы  $Li_4Ti_5O_{12}$  в продукте твердофазного синтеза?
5. Какова погрешность определения целевой фазы методом РФА?
6. Почему Вы использовали рутил, а не анатаз для синтеза пентатитаната лития?
7. Каким образом влияет температура раствора основания при гетерофазной конверсии соединений циркония на содержание метастабильной тетрагональной фазы  $ZrO_2$  в оксиде?
8. Как влияет размер кристаллов гексафтороцирконата калия на процесс гетерофазной конверсии его в гидроксид?
9. Каким способом Вы можете повысить интенсивность люминесценции ваших порошков?
10. Сравните характеристики ваших порошков с характеристиками порошков, выпускаемых промышленно.
11. Обоснуйте пожалуйста, что механообработка сопровождалась не только измельчением, но и механической активацией минерала?
12. В каких интервалах Вы варьировали концентрацию реагентов и температуру процесса?
13. Чем Вы объясняете значительное поднятие фона в области малых углов на дифрактограмме?
14. Какой на ваш взгляд фактор, помимо размеров кристаллитов, привел к столь существенному изменению дифрактограммы?
15. Чем Вы объясняете существенное снижение дифракционных максимумов и появление рефлексов новой фазы?
16. Какой вид воздействия, по вашему мнению, преобладает при механообработке материала в центробежно-планетарной мельнице?
17. Учитывали ли Вы при интерпретации данных намол мелющих тел и материала барабанов?
18. Почему Вы проводили механообработку не в воздушной среде, а в присутствии органической фазы?
19. Обоснуйте, пожалуйста, выбранное вами соотношение мелющих тел и обрабатываемого материала.
20. Считаете ли Вы корректной интерпретацию данных, если Вы вели процесс механообработки не непрерывно, а периодически останавливая мельницу?
21. Каким методом проводили определение концентрации урана в карбонатных растворах? Какая величина ошибки определения концентрации металла данным методом?
22. Объясните, каким образом происходит интенсификация окислительного растворения оксидов урана в карбонатных средах при ультразвуковой обработке?
23. Сформулируйте основные достоинства карбонатной переработки отработавшего ядерного топлива по сравнению с азотнокислой в ПУРЕКС-процессе?

24. Каким методом проводили определение карбоната натрия и бикарбоната натрия в смешанных растворах?
25. Объясните, как были рассчитаны величины коэффициентов очистки урана от примесей?
26. Перечислите основные примеси, которые совместно с ураном будут переходить в карбонатный раствор при окислительном растворении отработавшего ядерного топлива?
27. Сформулируйте основные стадии КАРБЭКС-процесса переработки отработавшего ядерного топлива.
28. Каким методом проводили определение металлов в смешанных карбонатных растворах?
29. Объясните полимеризационный механизм экстракции молибдена из карбонатных растворов в присутствии углекислого газа.
30. Перечислите основные соединения урана(VI) образующиеся в карбонатных растворах после растворения закиси-окиси урана в водных растворах карбоната натрия в присутствии пероксида водорода.
31. Объясните, какие стадии включает экстракционная переработка карбонатных растворов урана и плутония в КАРБЭКС-процессе.
32. Назовите, какой тип экстрагента используется для извлечения урана из карбонатных растворов в КАРБЭКС-процессе?
33. Объясните, для чего проводят промывку экстрагента перед реэкстракцией?
34. Объясните, каким способом определяли требуемое количество ступеней экстракции промывки и реэкстракции в вашей работе?
35. Объясните, как определяли необходимое время контакта водной и органической фаз при экстракции урана из карбонатных растворов карбонатом метилтриоктиламмония в толуоле в вашей работе.
36. Чем обусловлен выбор сорбентов для извлечения редких металлов из раствора такого состава?
37. Чем объясняется максимум на кривой изменения сорбционной емкости от pH раствора?
38. Достигается ли равновесие на кинетической кривой?
39. Есть ли разница между терминами «степень сорбции» и «степень извлечения»?
40. Какие примеси влияют на сорбцию редких элементов из растворов подземного выщелачивания?
41. Что обозначают полосы на ИК спектре образца сорбента, с которым Вы работали?
42. Каким способом определяли содержание экстрагентов в импрегнате?
43. Чем обусловлен выбор состава элюента?
44. Почему Вы использовали уравнение Ленгмюра для описания изотермы ионного обмена?
45. Какая лимитирующая стадия сорбции редкого элемента этим ионитом?
46. В чем заключается таутомерия линейных имидо- и амидофосфазенов?
47. Как влияют трехзарядные лантаноиды на таутомерное превращение линейных фосфазенов?
48. Опишите механизм экстракции РЗЭ имидофосфазеном из нитратных сред.
49. Как протекает экстракция азотной кислоты линейными фосфазенами?
50. Как протекает экстракция соляной кислоты линейными фосфазенами?
51. Как протекает экстракция серной кислоты линейными фосфазенами?
52. Какая зависимость коэффициента распределения РЗЭ от атомного номера при экстракции из нитратных сред линейными фосфазенами?
53. Какие методы использовали для установления состава соединений лантаноида, экстрагируемых фосфазеном из водной фазы различного состава?
54. Как протекает реэкстракция РЗЭ из фазы фосфазена с применением растворов серной кислоты?
55. Как протекает реэкстракция РЗЭ из фазы фосфазена с применением растворов соды?
56. За счет чего протекает разделение легких и тяжелых РЗЭ при реэкстракции из фосфазена раствором соды?

57. Могут ли фосфазены являться коллективными экстрагентами для извлечения суммы РЗЭ из растворов выщелачивания фосфогипса?
58. Что такое синергетная экстракция РЗЭ смесями экстрагентов?
59. Какой наиболее приемлемый метод определения синергетного эффекта?
60. Какова погрешность определения коэффициентов распределения и синергетного коэффициента в методе изомолярных серий?
61. Как Вы рассчитывали термодинамическую активность экстрагируемого компонента в смешанном растворе?
62. Какова степень извлечения скандия из сернокислых растворов смесями ТОМАН-Д2ЭГФК?
63. Какова остаточная концентрация скандия в рафинате экстракции после 5-ти ступеней извлечения смесями ТОМАН-Д2ЭГФК?
64. К какому типу можно отнести экстракцию скандия смесями ТОМАН-Д2ЭГФК: к синергетной или бинарной экстракция?
65. Как рассчитывали число ступеней противоточного экстракционного каскада для разделения Nd и Pr?
66. Какое соотношение объемов водной и органической фаз в экстракционной части разделительного каскада и в его промывной части?
67. Если уменьшить число ступеней противоточного каскада, как изменится соотношение О:В?
68. Какие потери экстрагентов наблюдаются для вашей смеси ТОМАН-ТБФ при разделении легкой группы РЗЭ?
69. Как планируется избежать изменения состава экстракционной смеси при вымывании одного из компонентов в большей степени, чем другого?
70. Какие методы Вы можете предложить для снижения потерь экстрагентов?

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### 8.4. Структура и пример билетов для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по дисциплине «Преддипломная практика» включает 2 контрольных вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов.

Пример билета для зачета с оценкой:

|  |  |
|--|--|
| «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой ТРЭН<br><hr/> С.И. Степанов<br>«__» _____ 20 г.                     | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                             |
|  | <b>Российский химико-технологический университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b> |
|  | <b>Кафедра технологии редких элементов и наноматериалов<br/>на их основе</b>   |
| <b>«Преддипломная практика»</b>  |  |
| <b>Билет № 12</b>  |  |
| 1. Механизмы экстракционных процессов.<br>2. Методы выщелачивания природного минерального сырья. |  |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

### 9.1. Рекомендуемая литература

*А. Основная литература:*

14. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. В 3-х книгах.: Учебник для вузов М.: МИСИС. Книга I: 1996. 376 с. Книга II: 1999. 464 с. Книга III: 2003. 440с.
15. Громов Б.В. Введение в химическую технологию урана. М.: Атомиздат, 1978. 336 с.
16. Лыгина Т. З., Фомина Р. Е., Губайдуллина А. М., Водопьянова С. В. Избранные главы кристаллохимии и методы изучения наноструктурированных материалов: учебное пособие. Казань : КНИТУ, 2018. 168 с. Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/138475> (дата обращения: 03.03.2020).
17. Процессы и аппараты производств радиоактивных и редких металлов. Учеб. для вузов. Раков Э.Г., Хаустов С.В. М.: Металлургия, 1993. 384 с.
18. Чекмарев А.М. Редкие металлы в природе: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2013. 84 с.
19. Чекмарев А.М. Применение редких металлов: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2013. 48 с.
20. Чижевская С.В., Клименко О.М., Жуков А.В. Основы химии и технологии урана / Учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2015. 84 с. 152 с.
21. Раков Э.Г. Неорганические наноматериалы: учебное пособие. М.: БИНОМ, 2013. 536 с.
22. Трошкина И.Д., Руденко А.А. Подземное выщелачивание редких элементов: учебное пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. – 128 с.
23. Милютин В.В., Рябчиков Б.Е., Трошкина И.Д., Козлов П.Э. Гидрометаллургические методы очистки радиоактивных сточных и природных вод: учебное пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 108 с.
24. Степанов С.И.. Радиохимическая переработка отработавшего ядерного топлива: учеб. пособие: в 2 ч. Часть 1. Водно-химические методы. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2013. – 144 с.
25. Степанов С.И.. Радиохимическая переработка отработавшего ядерного топлива: учеб. пособие: в 2 ч. Часть 2. Неводные методы. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2013. – 96с.
26. Кригер В.Г. Избранные главы химии твердого тела: учебное пособие. Кемерово: Издательство КемГУ, 2014. 139 с. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/58328> (дата обращения: 03.03.2020).

#### **Б) Дополнительная литература:**

23. Избранные главы неорганической химии: учеб. пособие / Л.И. Мартыненко, В.И. Спицын. Вып. 2. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. 255 с.
24. Бериллий. Наука и технология / Под ред. Д. Вебстера, Г. Дж. Лондона, Д.Р. Флойда и Дж. Н. Лоува: Пер. с англ. М.: Металлургия, 1984. 624 с.
25. Соединения редкоземельных элементов. Карбонаты, оксалаты, нитраты, титанаты / Л.Н. Комиссарова и др. М.: Наука, 1984. 235 с.
26. Химия актиноидов: в 3-х т.: Пер. с англ. / Под ред. Дж. Каца, Г. Сиборга, Л. Морсса. М.: Мир, 1991. Т. 1. 525 с; 1997. Т 2. 664 с; 1999. Т. 3. 647 с.
27. Неорганическая химия. Химия элементов: учебник для вузов: в 2 книгах / Третьяков Ю.Д. и др. М.: Химия, 2001. Книга I: 472 с.
28. Супоницкий Ю.Л. Химия редкоземельных элементов: учеб. пособие. М.: Рос. хим.-техн. ун-т им. Д.И. Менделеева, 2007. 108 с.
29. Химическая технология керамики и огнеупоров. Под ред. П.П. Будникова и Д.Н. Полубояринова. М., "Стройиздат", 1972 г. 552 с.
30. Майоров А.А., Браверман И.Б. Технология получения порошков керамической двуокиси урана. М., "Энергоатомиздат", 1985 г. 127 с.
31. Решетников Ф.Г., Бибилашвили Ю.К., Головнин И.С. и др. Разработка, производство и эксплуатация тепловыделяющих элементов энергетических реакторов. В двух книгах. Под ред. Ф.Г. Решетникова. М., "Энергоатомиздат", 1995 г.



32. Зеликман А.Н., Коршунов Б.Г. *Металлургия редких металлов*. М.: *Металлургия*, 1991. – 432 с.
33. Робинсон Р., Стокс Р. *Растворы электролитов*. М., *Издательский центр «Издательство «Наука»*, 1963. – 646 с.
34. Золотов Ю.А., Иофа Б.З., Чучалин Л.К. *Экстракция галогенидных комплексов металлов*. М., Из-во «Наука». 1973. – 378 с.
35. Вольдман Г. М.. *Основы экстракционных и ионообменных процессов гидрометаллургии*. М., *Металлургия*. 1982. – 376 с.
36. Шмидт В.С.. *Экстракция аминами*. М., *Атомиздат*. 2-е изд., 1980. – 312 с.
37. *Химия и технология редких и рассеянных элементов. Ч I-III /Под ред. К.А. Большакова*. М.: *Высш. школа*, 1976. 368; 359; 320 с.
38. Степанов С.И., Чекмарев А.М. *Экстракция редких металлов солями четвертичных аммониевых оснований*. М., *ИздАТ*, 2004. 347 с.
39. Ягодин Г.А., Каган З.С., Тарасов В.В. и др *Основы жидкостной экстракции*. М., *Химия*, 1981. 400 с.
40. Чекмарев А.М., Чижевская С.В., Харламов В.В., Пономарев Н.Л. *Особенности химии и аналитического определения редких элементов (Литий, бериллий, редкоземельные элементы): Учебное пособие / Под ред. А.М. Чекмарева; РХТУ им. Д.И. Менделеева*. М., 1988. 52 с.
41. Чижевская С.В., Чекмарев А.М. *Особенности химии и аналитического определения редких элементов (Цирконий, гафний, ниобий, тантал, торий.): Учебное пособие / РХТУ им. Д.И. Менделеева*. М., 1999. 79 с.
42. Жиганов А.Н., Гузеев В.В., Андреев Г.Г.. *Технология диоксида урана для керамического ядерного топлива. Учебное пособие*. – Томск, *СТТ*, 2002. – 328 с.
43. Фролов Ю.Г., Белик В.В.. *Физическая химия / Под ред. проф. Ю. Г. Фролова. Учебное пособие для вузов*. М., *Химия*, 1993. – 464 с.

## 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- Журнал «Химическая технология», ISSN 1684-5811
- Журнал «Разведка и охрана недр», ISSN 0034- 026X
- Журнал «Цветные металлы», ISSN 0372-2929
- Журнал «Атомная энергия» ISSN 0004-7163
- Журнал «Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология»,  
ISSN 0579-2991
- Журнал «Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия»,  
ISSN 0021-3438
- Журнал «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571;
- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 002-110X;
- Журнал «Успехи в химии и химической технологии» ISSN 1506-2017;
- Журнал «Известия Академии наук. Серия химическая» ISSN 0002-3353;
- Журнал «Вопросы атомной науки и техники. Серия: Термоядерный синтез»,  
ISSN: 0202-3822;
- Журнал «Вопросы атомной науки и техники. Серия: Материаловедение и новые материалы» » ISSN: 0321-222X;
- Журнал «Перспективные материалы» ISSN 1028-978X;
- Журнал «IOP Conference Series: Materials Science and Engineering» ISSN 1757-8981;
- Журнал «Mendeleev Communications» ISSN: 0959-9436;

- Журнал «Materials Chemistry and Physics» ISSN: 0254-0584;
- Журнал «Nuclear Engineering and Technology» ISSN 1738-5733;

### 9.3. Средства обеспечения освоения практики

Для освоения практики «Преддипломная практика» используются средства, имеющиеся на кафедре и предприятии и организации, на базе которых проводится прохождение практики.

Для реализации учебной программы кафедрой технологии редких элементов и наноматериалов на их основе подготовлены следующие средства обеспечения прохождения практики:

- компьютерные презентации интерактивных лекций по специальности;
- банк тестовых заданий для итогового контроля прохождения практики.

При переходе на электронное обучение (ЭО) и дистанционные образовательные технологий (ДОТ) для реализации рабочей программы применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения практики:

- электронная информационно-образовательная среда РХТУ (ЭИОС);
- сервисы по доставке e-mail сообщений;
- платформа для проведения онлайн конференций и вебинаров – zoom (<https://zoom.us>).

Для освоения практики используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 03.03.2020).

- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/94/91/6/67> (дата обращения: 03.03.2020).

- Положение о порядке организации практики (включающей, при необходимости, порядок проведения практики с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, порядок проведения практики для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья) в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local\\_doc/POLOGENIE\\_o\\_PRAKTIKE\\_1.pdf](https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/POLOGENIE_o_PRAKTIKE_1.pdf) (дата обращения 03.03.2020).

При прохождении практики обучающиеся могут использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

1. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам". URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 03.03.2020).

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### 10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Преддипломная практика проводится в 11 семестре (6-й год обучения) в течение 17 недель в форме лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

Как правило, преддипломная практика проходит на кафедре, осуществляющей подготовку обучающегося, под консультативно-методическим руководством научного руководителя обучающегося, или на предприятии, профиль которого соответствует тематике выпускной квалификационной работы. При составлении календарного плана преддипломной практики рекомендуется предусматривать ритмичность и регулярность выполнения отдельных ее частей.

За время прохождения практики обучающийся обязан собрать необходимый материал и выполнить основную часть выпускной квалификационной работы.

Программа практики изменяется в зависимости от того, выполняется ли выпускная квалификационная работа в форме научно-исследовательской либо расчетно-графической работы.

Итоговая оценка по практике (зачет с оценкой, максимальная оценка – 100 баллов) выставляется обучающемуся по итогам написания отчета о прохождении практики «Преддипломная практика» (максимальная оценка за отчет о прохождении практики – 60 баллов) и итогового опроса обучающегося (максимальная оценка за итоговый опрос – 40 баллов).

Требования к отчету о прохождении практики представлены в разделе 8.1 настоящей программы.

Примерные темы выпускных квалификационных работ представлены в разделе 8.2 программы.

Примеры вопросов для итогового опроса обучающихся представлены в разделе 8.3 настоящей программы.

Результаты выполнения требований к преддипломной практике оцениваются по завершении работы обучающегося комиссией, включающей 2-3 преподавателя кафедры при участии руководителя практики.

## **10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### **11.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Основной задачей преподавателей, осуществляющих руководство преддипломной практикой, является выработка у обучающегося соответствующих компетенций и понимания их необходимости для дальнейшей работы в области научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности.

Руководитель практики должен оказывать обучающимся консультативно-методическую помощь при выборе темы ВКР, разработке цели и задач НИР, в решении организационных и научно-технических вопросов при прохождении практики. При составлении календарного плана преддипломной практики рекомендуется предусматривать ритмичность и регулярность выполнения отдельных ее частей.

Преподаватель должен предоставлять обучающимся информацию о возможности использования Интернет-ресурсов по тем или иным темам и направлениям выпускной квалификационной работы.

С целью более эффективного усвоения обучающимися материала преддипломной практики рекомендуется использовать:

- Федеральные законы и подзаконные акты;
- аналитические обзоры Министерства образования и науки РФ;
- Федеральные государственные образовательные стандарты;
- учебно-методические материалы образовательной организации;
- национальные стандарты и технические регламенты;
- аналитические материалы в конкретной предметной области;
- мультимедийные презентации, графики и таблицы, иллюстрирующие изучаемый материал;
- видеофильмы.

Руководитель практики участвует в работе комиссии, включающей 2 – 3 преподавателя кафедры, по оценке результатов выполнения требований к преддипломной практике.

### **11.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; лабораторные работы, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; онлайн консультации по курсовому проектированию; самостоятельная работа и т.д.

При реализации программы практики, в зависимости от конкретной ситуации, ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается) и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн, с использованием электронной почты.

### **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку прохождения практики «Преддипломная практика» осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по всем дисциплинам, практикам и ГИА основной образовательной программы по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла»

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2020 составляет 1 715 452 экз.

ИБЦ обеспечивает самостоятельную работу обучающихся в читальных залах, предоставляя широкий выбор литературы по актуальным направлениям, а также обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

#### Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

| № | Электронный ресурс                           | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей   | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором  |
|---|--|---|--|
| 1 | Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ» | <p>Принадлежность - сторонняя<br/> Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г.<br/> Сумма договора – 642 083-68<br/> Срок действия с «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Дополнительный Договор № 33.03-Р-3.1-2217/2020 от 02.03.2020 г.<br/> Сумма договора- 30 994-52 с «02» марта 2020 г. по «25» сентября 2020 г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br/> Сумма договора – 747 661-28<br/> Срок действия Договора с «26» сентября 2020г. по «25» сентября 2021г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> | <p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки"-изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика»-изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент)- изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|   |  | Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.<br>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.  |   |
| 2 | Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им.Д.И.Менделеева (на базе ИБС «Ирбис») | Принадлежность – собственная РХТУ.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a><br>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера   | Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.  |
| 3 | Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».  | Принадлежность сторонняя.<br>Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 189-2647А/2019 От 09.01.2020 г.<br>Сумма договора – 601110-00 С «01» января.2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a><br>Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ. | Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД   |
| 4 | Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ).                                      | Принадлежность – сторонняя<br>Реквизиты договора – ФГБУ РГБ, Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br>Сумма договора - 398 840-00 С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a><br>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.   | В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации. |
| 5 | БД ВИНТИ РАН   | Принадлежность сторонняя,<br>Реквизиты договора- ВИНТИ РАН. Договор № 33.03-Р-3.1-2047/2019 от 25 февраля 2020 г.<br>Сумма договора - 100 000-00 С «25» февраля 2020 г. по «24 » февраля 2021 г.<br>Ссылка на сайт- <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a><br>Количество ключей –  | Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов  |

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
|   |   | локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.   |  |
| 6 | Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru» | Принадлежность – сторонняя<br>Реквизиты договора –<br>ООО Научная электронная библиотека,<br>договор № 33.03-Р-3.1<br>2087/2019<br>Сумма договора – 1100017-00<br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт –<br><a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a><br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов. |
| 7 | Справочно-правовая система «Консультант+»   | Принадлежность сторонняя-<br>Договор № 174-247ЭА/2019 от 26.12.2019 г.<br>Сумма договора - 927 029-80<br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт-<br><a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a><br>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.  | Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.   |
| 8 | Справочно-правовая система Гарант»          | Принадлежность сторонняя<br>Договор №166-235ЭА/2019 от 23.12.2019 г.<br>Сумма договора - 603 949-84<br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт –<br><a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a><br>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.   | Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.  |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 9  | Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"   | <p>Принадлежность сторонняя-«Электронное издательство ЮРАЙТ»<br/> Договор № 33.03-Р-3.1-220/2020 от 16.03.2020 г.<br/> Сумма договора - 324 000-00</p> <p>С «16» марта 2020 г.<br/> по «15» марта 2021 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> | <p>Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.</p> |
| 10 | Электронно-библиотечная система «Консультант студента» | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «Политехресурс»<br/> Договор № 33.03-Р-3.1-218/2020 От «16» марта 2020 г.<br/> Сумма договора-36 500-00</p> <p>С «17» марта 2020 г.<br/> по «16» марта 2021 г</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>       | <p>Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».</p>  |
| 11 | Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»          | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «ЗНАНИУМ»,<br/> Договор № 4309 эбс 33.03-Р-3.1-2215/2020 от «20» марта 2020 г.<br/> Сумма договора-30 000-00<br/> С «20» марта 2020 г.<br/> по «19» марта 2021г</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>                     | <p>Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.</p>  |
| 12 | Информационно-аналитическая система Science Index      | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «Научная электронная библиотека»<br/> Договор № SIO-364/19 33.03-Р-3.1-2103/2019</p>  | <p>Дистанционная поддержка публикационной активности преподавателей университета</p>   |



|    |                           |   |   |
|----|---------------------------|---|---|
|    |                           | <p>от «17» февраля 2020 г.<br/>Сумма договора-90 000-00</p> <p>с «17» февраля 2020 г.<br/>по «16» февраля 2021 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей –<br/>локальный доступ для<br/>сотрудников ИБЦ</p>  |   |
| 13 | Издательство<br>Wiley     | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо<br/>РФФИ от 07.07.2020 г. № 694<br/>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a><br/>Количество ключей - доступ для<br/>пользователей РХТУ по IP-<br/>адресам неограничен. Возможен<br/>удаленный доступ после<br/>индивидуальной регистрации.</p>   | Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.  |
| 14 | QUESTEL ORBIT             | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо<br/>РФФИ от 09.10.2020 г. № 1162<br/>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://orbit.com">https://orbit.com</a><br/>Количество ключей – доступ<br/>для пользователей РХТУ по ip-<br/>адресам неограничен.</p>  | ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов. |
| 15 | American Chemical Society | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо<br/>РФФИ от 25.06.2020 г. № 637<br/>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a><br/>Количество ключей – доступ<br/>для пользователей РХТУ по ip-<br/>адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа:<br/><a href="https://pubs.acs.org/page/remotaccess">https://pubs.acs.org/page/remotaccess</a></p> | Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society   |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
| 16 | База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.07.2020 г. № 712</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Удаленный доступ.</p>   | <p>Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза.</p> <p>Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.</p>  |
| 17 | Ресурсы международной компании Clarivate Analytics                | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 692</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Удаленный доступ.</p> | <p>Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.</p>  |
| 18 | Электронные ресурсы издательства SpringerNature                   | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ.</p>  | <p>- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>- Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group <a href="https://www.nature.com/siteindex/index.html">https://www.nature.com/siteindex/index.html</a></p> <p>- Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols <a href="http://www.springerprotocols.com">http://www.springerprotocols.com</a></p> |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
|    |  |  | <p>/</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a></li> <li>- Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме</li> <li>- Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a></li> <li>- Nano Database <a href="https://goo.gl/PdhJdo">https://goo.gl/PdhJdo</a></li> </ul> <p>Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a></p> |
| 19 | База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service  | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 635 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.</p>       | <p>SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.</p>   |
| 20 | Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 772</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам. Удаленный доступ.</p> | <p>«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов.</p> <p>«Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук.</p> <p>Доступ к архивам 2015-2019 гг.</p>  |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 21 | American Institute of Physics (AIP)                          | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 № 1188</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://scitation.aip.org">http://scitation.aip.org</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> <p>Настройка удаленного доступа:<br/><a href="https://www.scitation.org/remote-access">https://www.scitation.org/remote-access</a></p>  | Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP).                             |
| 22 | Scopus   | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>.</p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ.</p>  | Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER   |
| 23 | Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество) | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа:<br/><a href="https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access">https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access</a></p> | Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии. |

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

23. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>

Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

24. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>

В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

25. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>

База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

26. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

27. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

28. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>

Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

29. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>

ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

30. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>

PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

31. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>

Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.

32. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>

Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru) Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

### **13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ**

В соответствии с учебным планом, практика «Преддипломная практика» проводится в форме лабораторных занятий и самостоятельной работы, как правило, на кафедре, осуществляющей подготовку обучающегося, и включает освоение программы практики с использованием материально-технической базы кафедры. При прохождении преддипломной практики в сторонней организации используется материально-техническая база научных лабораторий, технологических подразделений, информационных центров научно-исследовательской организации.

#### **13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе**

Учебные и научные лаборатории для проведения научных исследований, оснащенные лабораторными экспериментальными установками.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для обучающихся, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

#### **13.2. Учебно-наглядные пособия:**

Учебно-наглядные пособия при прохождении преддипломной практики не предусмотрены.

#### **13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

#### **13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебники и учебные пособия по специализации, справочные материалы, кафедральная библиотека книжных изданий, журналов и диссертационных работ. Инструкции по работе на лабораторных установках, используемых при выполнении НИР.

Электронные образовательные ресурсы: справочные материалы в электронном виде.

#### **13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:**

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|---|--|--|---|
| 1     | <p>Неисключительная лицензия на использование Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprise</p> <p>В составе:</p> <p>7) В составе Microsoft Office Professional Plus 2019:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> <p>8) Microsoft Core CAL</p> <p>9) Microsoft Windows Upgrade</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>657 комплектов.</p> <p>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p> <p>Каждый комплект включает:</p> <p>1) Лицензию на комплекс для создания презентаций, электронных текстов и таблиц, обработки баз данных Microsoft Office.</p> <p>2) Лицензию для подключения пользователей к серверным системам Microsoft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exchange Server Standard,</li> <li>• Exchange Server Enterprise,</li> <li>• SharePoint Server,</li> <li>• Skype для бизнеса Server,</li> <li>• Windows MultiPoint Server Premium,</li> <li>• Windows Server Standard,</li> <li>• Windows Server Data Center</li> </ul> <p>3) Лицензию на обновление операционной системы для рабочих станций Windows 10.</p> <p>Дополнительно на ВУЗ предоставляется право на использование 1 (одной) лицензии средств разработки в рамках учебных компьютеров одного технического, естественнонаучного факультета (кафедры) и предоставления студентам для целей обучения Azure Dev</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|---------------------------------------|--|--|
|       |   |                                       | Tools for Teaching.<br>Количество активаций неограниченно в рамках подразделения.  |  |
| 2     | Неисключительная лицензия на использование Учебный Комплект Компас-3D v18 на 50 мест.<br>Проектирование и конструирование в машиностроении, лицензия.   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2 лицензии на учебный комплект программного обеспечения для проектирования и конструирования в машиностроении, рассчитанные на активацию на 50 мест каждая.        | бессрочно  |
| 3     | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (одна) сетевая лицензия на 200 пользователей   | бессрочно  |
| 4     | Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition Legalization GetGenuine Legalization  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 150 лицензий.<br>Соглашение Microsoft OLV № V6159937   | бессрочно  |
| 5     | Неисключительная лицензия на использование SysCtrDatactrCore ALNG LicSAPk OLVS 16License E 1Y AcademicEdition Additional Product CoreLic<br>Предоставляет право на использование продуктов Microsoft: Configuration | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (один) комплект, включающий 16 (шестнадцать) лицензий для активации на 16 (шестнадцати) физических процессорных ядрах.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |



| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|--|--|
|       | Manager<br>Data Protection<br>Manager<br>Endpoint Protection<br>Operations Manager<br>Orchestrator<br>Service Manager<br>Virtual Machine<br>Manager  |                                       |  |  |
| 6     | Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFaculty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word<br>Excel<br>PowerPoint<br>Microsoft Teams     | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 7.    | Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft<br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word<br>Excel<br>PowerPoint<br>Microsoft Teams | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 26280 лицензий для студентов ВУЗа.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907                             | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 8.    | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах   | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на                              |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий                                | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|--|--|--|---|
|       | <p>Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License<br/> По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)</p>  |  |  | обновлённую версию продукта)  |
| 9.    | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License<br/> По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>20 лицензий для виртуальных и облачных сред</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |
| 10.   | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License<br/> По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов</p>                           | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>2000 лицензий для почтовых серверов</p>         | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

#### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки  |
|--|--|---|
| <p><b>Раздел 1. Проведение научных исследований по тематике выпускной квалификационной работы.</b></p> | <p style="text-align: center;"><i><b>знает:</b></i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы организации и методологию научных исследований;</li> <li>– современные научные концепции в области химической технологии материалов ЯТЦ;</li> <li>– структуру и методы управления современным производством материалов ЯТЦ ;</li> <li>– принципы и методы выполнения экспериментов и испытаний по теме выпускной квалификационной работы.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><i><b>умеет:</b></i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работать с научными текстами, пользоваться научно-справочным аппаратом;</li> <li>– обрабатывать, анализировать полученные экспериментальные данные;</li> <li>– оформлять результаты научных исследований;</li> <li>– использовать полученные теоретические знания для проектирования технологических линий производств материалов ЯТЦ.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><i><b>владеет:</b></i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– приёмами разработки планов и программ проведения научных исследований.;</li> <li>– навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности, работы с источниками научной информации, реферирования научных публикаций; методами проектирования основных и вспомогательных цехов производства материалов ЯТЦ, способами расчета технологического оборудования.</li> </ul> | <p>Оценка за отчет по практике.</p> <p>Оценка, полученная на зачете с оценкой</p> |

## **15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Положением о порядке организации практики (включающей, при необходимости, порядок проведения практики с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, порядок проведения практики для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья) в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенные образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе**  
**«Преддипломная практика»**  
**основной образовательной программы**  
**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**  
код и наименование направления подготовки (специальности)

**специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла»**  
наименование ООП

Форма обучения: очная

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения                          |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
| 2.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
| 3.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
| 4.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«Утверждаю»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ:  
ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ,  
ВКЛЮЧАЯ ПОДГОТОВКУ К ЗАЩИТЕ И ПРОЦЕДУРУ ЗАЩИТЫ**

**Специальность 18.05.02 Химическая технология материалов современной  
энергетики**

**Специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного  
топливного цикла»**

**Квалификация «инженер»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2020 г**

Программа составлена:

д.х.н., зав. кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе (ТРЭН)  
РХТУ им. Д.И.Менделеева С.И. Степановым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
ТРЭН «10» марта 2020 г., протокол №14.

## СОДЕРЖАНИЕ

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1.  | Цели и задачи государственной итоговой аттестации   | 4  |
| 2.  | Требования к результатам государственной итоговой аттестации  | 5  |
| 3.  | Объем государственной итоговой аттестации и виды учебной работы   | 8  |
| 4.  | Содержание государственной итоговой аттестации  | 8  |
| 5.  | Соответствие содержания требованиям к результатам основной образовательной программы                                  | 9  |
| 6.  | Практические и лабораторные занятия   | 13 |
|     | 6.1. Практические занятия   | 13 |
|     | 6.2. Лабораторные занятия   | 13 |
| 7.  | Самостоятельная работа  | 13 |
| 8.  | Примеры оценочных средств для контроля освоения основной образовательной программы                                    | 13 |
|     | 8.1. Примерная тематика выпускных квалификационных работ  | 13 |
|     | 8.2. Текущий контроль выполнения выпускной квалификационной работы  | 15 |
|     | 8.3. Итоговый контроль освоения основной образовательной программы  | 15 |
| 9.  | Учебно-методическое обеспечение государственной итоговой аттестации   | 17 |
|     | 9.1. Рекомендуемые источники научно-технической информации  | 17 |
|     | 9.2. Средства обеспечения освоения основной образовательной программы   | 18 |
| 10. | Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе   | 19 |
| 11. | Материально-техническое обеспечение государственной итоговой аттестации   | 28 |
|     | 11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе  | 28 |
|     | 11.2. Учебно-наглядные пособия  | 29 |
|     | 11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства           | 29 |
|     | 11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы   | 29 |
|     | 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения   | 29 |
| 12. | Требования к оценке качества освоения основной образовательной программы  | 33 |
| 13. | Особенности проведения государственной итоговой аттестации для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья | 35 |



# *1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ*

В соответствии с Законом РФ «Об образовании», государственная итоговая аттестация выпускников, завершающих обучение по программам высшего образования, в том числе по программам специалитета, является заключительным и обязательным этапом оценки содержания и качества освоения обучающимися основной образовательной программы по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла»

Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, проводится в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися образовательной программы соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО для специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла» и рекомендациями методической комиссии РХТУ им. Д.И.Менделеева.

Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, относится к базовой части учебного плана, блоку 3 «Государственная итоговая аттестация» и завершается присвоением квалификации «Инженер».

Успешное прохождение государственной итоговой аттестации: защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, является основанием для выдачи обучающемуся документа о высшем образовании и о квалификации образца, установленного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты обучающихся по программе специалитета, проводится в форме защиты выпускной квалификационной работы (ВКР).

Защита ВКР предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии материалов современной энергетики, в том числе – в области химии и технологии редких элементов.

**Цель государственной итоговой аттестации: защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты** – выявление уровня теоретической и практической подготовленности выпускника вуза к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям ФГОС ВО по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

**Задачи государственной итоговой аттестации: защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты** – установление соответствия содержания, уровня и качества подготовки выпускника требованиям ФГОС ВО; мотивация выпускников на дальнейшее повышение уровня компетентности в избранной сфере профессиональной деятельности на основе углубления и расширения полученных знаний и навыков путем продолжения познавательной деятельности в сфере практического применения знаний и компетенций.

## **2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

К государственной итоговой аттестации: защите выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты (ГИА) допускается обучающийся, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план ООП по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

Выпускник, освоивший программу специалитета, должен обладать следующими компетенциями:

### ***Общекультурные компетенции:***

- способность представлять современную картину мира на основе целостной системы естественнонаучных и математических знаний, ориентироваться в ценностях бытия, жизни, культуры (ОК-1);
- способность к анализу социально-значимых процессов и явлений, к ответственному участию в политической жизни (ОК-2);
- способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции, способности интегрироваться в современное общество (ОК-3);
- способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-4);
- готовность свободно пользоваться литературной и деловой письменной и устной речью на русском языке, способность в письменной и устной речи правильно (логично) оформить результаты мышления (ОК-5);
- способность к профессиональному общению на иностранном языке, к получению информации из зарубежных источников (ОК-6);
- способность к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-7);
- способность находить организационно-управленческие решения нестандартных ситуаций и готовностью нести за них ответственность (ОК-8);
- способность использовать нормативные правовые документы в своей деятельности, способностью и готовностью к соблюдению прав и обязанностей гражданина (ОК-9);
- способность к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, способностью самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений в области техники и технологии, математики, естественных, гуманитарных, социальных и экономических наук, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, развития социальных и профессиональных компетенций (ОК-10);
- готовность критически оценивать свои достоинства и недостатки, наметить пути и выбрать средства развития достоинств и устранения недостатков (ОК-11);
- способность работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (ОК-12);
- понимание роли охраны окружающей среды и рационального природопользования и для развития и сохранения цивилизации (ОК-13);
- способность использовать методы и средствами физической культуры для укрепления здоровья и достижения должного уровня полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-14).

### ***Общепрофессиональные компетенции:***

- способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способность профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и

анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2);

- способность использовать методы математического моделирования отдельных стадий и всего технологического процесса, к проведению теоретического анализа и экспериментальной проверке адекватности модели (ОПК-3);

- способность работать с научно-технической и патентной литературой и использовать полученную информацию при осуществлении своей профессиональной деятельности (ОПК-4);

- понимание значения информации в современном мире, способность решать задачи профессиональной деятельности с применением информационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОПК-5).

### ***Профессиональные компетенции:***

- способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для контроля его основных параметров, свойств сырья и готовой продукции (ПК-1);

- способность к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расхода сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса (ПК-2);

- способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);

- способность принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4);

- способность к анализу систем автоматизации производства и разработке мероприятий по их совершенствованию (ПК-5);

- способность проводить радиометрические и дозиметрические измерения и корректно обрабатывать экспериментальные данные (ПК-6);

- способность обеспечить безопасное проведение работы с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения (ПК-7);

- готовность использовать действующие российские «Нормы радиационной безопасности» и другие нормативные документы в области радиационной и ядерной безопасности (ПК-8);

- способность к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач (ПК-9);

- способность самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10);

- готовность использовать методы оценки риска и разрабатывать меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий обращения с объектами профессиональной деятельности (ПК-11);

- способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способностью формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ПК-12).

- способность к организации работы подчиненных (ПК-13);

- способность к оценке последствий принимаемых организационно-управленческих решений и их оптимизации (ПК-14);

- способность управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка (ПК-15);

- способность к использованию современных систем управления качеством

применительно к конкретным условиям производства на основе международных стандартов (ПК-16)

- способность к составлению и анализу бизнес-планов разработки и внедрения новых технологических процессов, обращения с объектами профессиональной деятельности, выпуска и реализации конкурентно способной продукции (ПК-17);

- способность к проведению анализа технических заданий на проектирование и проектов с учетом существующего международного и национального ядерного законодательства (ПК-18);

- способность к проведению патентных исследований с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений (ПК-19);

- способность к разработке новых технологических схем на основе результатов научно-исследовательских работ (ПК-20);

- способность использовать средства автоматизации при подготовке проектной документации (ПК-21).

#### ***Профессионально-специализированные компетенции (ПСК):***

- способность к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК 1.1);

- способность осуществлять контроль за сбором, хранением и переработкой радиоактивных отходов различного уровня активности с использованием передовых методов обращения с РАО (ПСК 1.2).

В результате прохождения Государственной итоговой аттестации (выполнения выпускной квалификационной работы) у обучающегося проверяется сформированность указанных выше компетенций, а также следующих знаний, умений и навыков, позволяющих оценить степень готовности обучающихся к дальнейшего профессиональной деятельности.

Обучающийся должен:

#### ***Знать:***

- порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в области химической технологии материалов современной энергетики;

- методы синтеза и исследования физико-химических, физико-механических свойств материалов современной энергетики;

- современные научные тенденции развития в области химической технологии материалов современной энергетики;

- основные технологические процессы эффективного и безопасного получения материалов современной энергетики.

#### ***Уметь:***

- самостоятельно выявлять перспективные направления научных исследований, обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость проблемы, проводить экспериментальные исследования с использованием современных приборов, анализировать и интерпретировать полученные результаты, подготавливать отчеты и публикации о результатах исследований;

- осуществлять поиск и анализ научно-технической информации в области химической технологии материалов современной энергетики с целью научно-практической и патентной поддержки проводимых исследований;

- применять знания по химии и технологии материалов современной энергетики и их отдельных компонентов для управления технологическим процессом, прогнозирования и регулирования основных эксплуатационных свойств, постановки задач по исследованию и проектированию технологии новых материалов современной энергетики;

### **Владеть:**

- методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы;
- навыками работы в коллективе, планирования и организации коллективных научных исследований; современными методами исследования и анализа материалов современной энергетики;
- навыками проведения исследований материалов современной энергетики, их испытаний и контроля параметров технологических процессов их получения;
- навыками выполнения инженерных расчетов, обеспечивающих проведение существующего технологического процесса или внесения в него необходимых дополнений и изменений.

### **3. ОБЪЕМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ**

Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты проходит в 11 семестре на базе знаний, полученных обучающимися при изучении дисциплин специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», и рассчитана на сосредоточенное прохождение в 11 семестре (6 курс) обучения в объеме 216 академических часов (6 ЗЕ).

Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии материалов современной энергетики.

| Виды учебной работы                             | Всего в 11 семестре |            |              |
|---|---------------------|------------|--------------|
|   | Зач. ед.            | Акад. час. | Астрон. час. |
| <b>Общая трудоемкость ГИА по учебному плану</b> | <b>6</b>            | <b>216</b> | <b>162</b>   |
| <b>Контактная работа (КР):</b>                  | -                   | -          | -            |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>             | <b>6</b>            | <b>216</b> | <b>162</b>   |
| Контактная работа – итоговая аттестация         | 6                   | 0,67       | 0,50         |
| Выполнение, написание и оформление ВКР          |                     | 215,33     | 161,50       |
| <b>Вид контроля:</b>                            | <b>защита ВКР</b>   |            |              |

### **4. СОДЕРЖАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты проходит в форме защиты выпускной квалификационной работы (ВКР) в 11 семестре (6 курс) обучения на базе знаний, полученных обучающимися при изучении дисциплин специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация №1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, проводится государственной экзаменационной комиссией (ГЭК).

Контроль уровня сформированности компетенций обучающихся, приобретенных при освоении ООП, осуществляется путем проведения защиты ВКР и присвоения квалификации «инженер».

Защита ВКР является обязательной процедурой итоговой государственной аттестации студентов, завершающих обучение в высших учебных заведениях. Защита ВКР проводится публично, на открытом заседании ГЭК, в соответствии с локальными нормативными и распорядительными актами университета.

Материалы, представляемые к защите:

- выпускная квалификационная работа (пояснительная записка);
- задание на выполнение ВКР;
- отзыв руководителя ВКР;
- рецензия на ВКР;
- презентация (раздаточный материал), подписанная руководителем;
- доклад.

В задачи ГЭК входят выявление подготовленности выпускника к профессиональной деятельности и принятие решения о возможности выдачи ему диплома.

Решение о присуждении выпускнику квалификации «инженер» принимается на заседании ГЭК простым большинством при открытом голосовании членов комиссии на основании результатов итоговых испытаний. Результаты определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Обучающийся имеет право подать в апелляционную комиссию апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры защиты выпускной квалификационной работы. Апелляция о несогласии с результатами защиты выпускной квалификационной работы не принимается.

## *5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ*

|  |            |
|--|------------|
| В результате прохождения государственной итоговой аттестации (выполнения выпускной квалификационной работы) у студента проверяется сформированность следующих знаний, умений и навыков, позволяющих оценить степень готовности обучающихся к дальнейшей профессиональной деятельности: | Защита ВКР |
| <b>Знать:</b>  |            |
| – порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в области химической технологии материалов современной энергетики;  | +          |
| – методы синтеза и исследования физико-химических, физико-механических свойств материалов современной энергетики;  | +          |
| – современные научные тенденции развития в области химической технологии материалов современной энергетики;  | +          |
| – основные технологические процессы эффективного и безопасного получения материалов современной энергетики   | +          |
| <b>Уметь:</b>  |            |

|   |   |
|---|---|
| - самостоятельно выявлять перспективные направления научных исследований, обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость проблемы, проводить экспериментальные исследования с использованием современных приборов, анализировать и интерпретировать полученные результаты, готовить отчеты и публикации о результатах исследований; | + |
| - осуществлять поиск и анализ научно-технической информации в области химической технологии материалов современной энергетики с целью научно-практической и патентной поддержки проводимых исследований;  | + |
| - применять знания по химии и технологии материалов современной энергетики и их отдельных компонентов для управления технологическим процессом, прогнозирования и регулирования основных эксплуатационных свойств, постановки задач по исследованию и проектированию технологии новых материалов современной энергетики;                                | + |
| <b>Владеть:</b>   |   |
| - методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы;  | + |
| - навыками работы в коллективе, планирования и организации коллективных научных исследований; современными методами исследования и анализа материалов современной энергетики;   | + |
| - навыками проведения исследований материалов современной энергетики, их испытаний и контроля параметров технологических процессов их получения;  | + |
| - навыками выполнения инженерных расчетов, обеспечивающих проведение существующего технологического процесса или внесения в него необходимых дополнений и изменений.  | + |
| В результате прохождения государственной итоговой аттестации (выполнения выпускной квалификационной работы) у обучающегося проверяется сформированность следующих <b>компетенций:</b>   |   |
| <b>Общекультурные компетенции:</b>  |   |
| - способность представлять современную картину мира на основе целостной системы естественнонаучных и математических знаний, ориентироваться в ценностях бытия, жизни, культуры (ОК-1)   | + |
| - способность к анализу социально-значимых процессов и явлений, к ответственному участию в политической жизни (ОК-2)  | + |
| - способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции, способности интегрироваться в современное общество (ОК-3);  | + |
| - способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-4);   | + |
| - готовность свободно пользоваться литературной и деловой письменной и устной речью на русском языке, способность в письменной и устной речи правильно (логично) оформить результаты мышления (ОК-5);   | + |

|   |   |
|---|---|
| – способность к профессиональному общению на иностранном языке, к получению информации из зарубежных источников (ОК-6);   | + |
| – способность к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-7);   | + |
| – способность находить организационно-управленческие решения нестандартных ситуациях и готовностью нести за них ответственность (ОК-8);   | + |
| – способность использовать нормативные правовые документы в своей деятельности, способностью и готовностью к соблюдению прав и обязанностей гражданина (ОК-9);  | + |
| – способность к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, способностью самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений в области техники и технологии, математики, естественных, гуманитарных, социальных и экономических наук, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, развития социальных и профессиональных компетенций (ОК-10); | + |
| – готовность критически оценивать свои достоинства и недостатки, наметить пути и выбрать средства развития достоинств и устранения недостатков (ОК-11);   | + |
| – способность работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (ОК-12);   | + |
| – понимание роли охраны окружающей среды и рационального природопользования и для развития и сохранения цивилизации (ОК-13);  | + |
| – способность использовать методы и средствами физической культуры для укрепления здоровья и достижения должного уровня полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-14).   | + |
| <b>Общепрофессиональные компетенции:</b>  |   |
| – способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);  | + |
| – способность профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2);   | + |
| – способность использовать методы математического моделирования отдельных стадий и всего технологического процесса, к проведению теоретического анализа и экспериментальной проверке адекватности модели (ОПК-3);   | + |
| – способность работать с научно-технической и патентной литературой и использовать полученную информацию при осуществлении своей профессиональной деятельности (ОПК-4);   | + |



|   |   |
|---|---|
| – понимание значения информации в современном мире, способность решать задачи профессиональной деятельности с применением информационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОПК-5). | + |
| <b>Профессиональные компетенции:</b>  |   |
| – способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для контроля его основных параметров, свойств сырья и готовой продукции (ПК-1);   | + |
| – способность к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса (ПК-2);         | + |
| – способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);   | + |
| – способность принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4);   | + |
| - способность к анализу систем автоматизации производства и разработке мероприятий по их совершенствованию (ПК-5);  | + |
| - способность проводить радиометрические и дозиметрические измерения и корректно обрабатывать экспериментальные данные(ПК-6);   | + |
| - способность обеспечить безопасное проведение работы с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения (ПК-7);   | + |
| – готовность использовать действующие российские «Нормы радиационной безопасности» и другие нормативные документы в области радиационной и ядерной безопасности (ПК-8);   | + |
| – способность к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач (ПК-9);   | + |
| – способность самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10);   | + |
| – готовность использовать методы оценки риска и разрабатывать меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий обращения с объектами профессиональной деятельности (ПК-11);  | + |
| – способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способностью формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ПК-12).                              | + |
| - способность к организации работы подчиненных (ПК-13);   | + |
| - способность к оценке последствий принимаемых организационно-управленческих решений и их оптимизации (ПК-14);  | + |

|   |   |
|---|---|
| - способность управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка (ПК-15);  | + |
| – способность к использованию современных систем управления качеством применительно к конкретным условиям производства на основе международных стандартов (ПК-16)   | + |
| – способность к составлению и анализу бизнес-планов разработки и внедрения новых технологических процессов, обращения с объектами профессиональной деятельности, выпуска и реализации конкурентно способной продукции (ПК-17);    | + |
| – способность к проведению анализа технических заданий на проектирование и проектов с учетом существующего международного и национального ядерного законодательства (ПК-18);  | + |
| – способность к проведению патентных исследований с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений (ПК-19);  | + |
| – способность к разработке новых технологических схем на основе результатов научно-исследовательских работ (ПК-20);   | + |
| – способность использовать средства автоматизации при подготовке проектной документации (ПК-21).  | + |
| <b>Профессионально-специализированные компетенции (ПСК):</b>  |   |
| – способность к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК 1.1); | + |
| способность осуществлять контроль за сбором, хранением и переработкой радиоактивных отходов различного уровня активности с использованием передовых методов обращения с РАО (ПСК 1.2).  | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла» программой «Государственной итоговой аттестации: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты», проведение практических занятий не предусмотрено.

### 6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла» программой «Государственной итоговой аттестации: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты» проведение лабораторных занятий не предусмотрено.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебным планом подготовки инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализации № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла» программой «Государственной итоговой аттестации: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты» предусмотрено 216 академических часов самостоятельной работы.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

### 8.1. Примерная тематика выпускных квалификационных работ

1. Синтез гидроксидов циркония методом гетерофазного осаждения
2. Синтез глицин-нитратным методом порошков иттрий-алюминиевого граната, допированного эрбием, для функциональной керамики
3. Синтез монофазного пентатитаната лития с участием титанового прекурсора, полученного методом солевого гидролиза
4. Осаждение тонкопленочных оптических покрытий оксида титана распылением керамической мишени в плазме магнетронного разряда
5. Адсорбция рения из сернокисло-хлоридных растворов активированными углями и композитами на основе наноуглеродных материалов
6. Карбонатно-щелочная переработка имитатора уранового ОЯТ в КАРБЭКС-процессе
7. Получение наноразмерных композитных покрытий для радиационной фотоники на основе многокомпонентных оксидных гетероструктур, допированных РЗЭ
8. Стабильность фазового состава экстрагентосодержащих импрегнатов
9. Разделение редкоземельных элементов среднетяжелой группы смесями Aliquat336 и Суанех572 с ТБФ из нитратных сред
10. Карбонатное выщелачивание молибдена из отработанного алюмокобальтмолибденового катализатора гидроочистки нефтяных фракций
11. Оптимизация процесса осаждения карбонатов лантана и церия из растворов от разделения РЗК углеаммонийной солью, полученной методом гетерофазного синтеза
12. Экстракционная переработка щелочных и карбонатных растворов после выщелачивания отработанного алюмокобальтмолибденового катализатора
13. Экстракционное разделение лантана, празеодима и неодима по линии Pr/Nd из нитратных сред смесями ТБФ-ТОМАН в толуоле
14. Экстракционный аффинаж урана из карбонатных растворов переработки имитатора уранового ОЯТ
15. Экстракционное разделение лантана, празеодима и неодима по линии La/Pr из нитратных сред смесями ТБФ-ТОМАН в толуоле
16. Влияние состава водной фазы на экстракцию РЗЭ фосфазенами
17. Извлечение молибдена и кобальта при комплексной переработке отработанных катализаторов гидроочистки
18. Экстракционное разделение легкой группы РЗЭ по линии Ce/Pr из нитратных сред смесями ТБФ-ТОМАН
19. Экстракционное разделение легкой группы РЗЭ по линии Pr/Nd из нитратных сред смесями ТБФ-ТОМАН
20. Термодиструкционный синтез тонкопленочных покрытий на основе оксидов урана с использованием карбоксилатных прекурсоров
21. Окислительное растворение оксидов урана в карбонатных средах
22. Экстракционное разделение легкой группы РЗЭ по линии La/Pr из нитратных сред смесями ТБФ-ТОМАН

23. Влияние природы минеральной кислоты в водном растворе на экстракцию РЗЭ фосфазеном
24. Синтез нанопорошков на основе оксида тербия для оптически прозрачной керамики
25. Синтез наноструктурированных порошков пентатитаната лития
26. Сорбция рения из серноокислых растворов ТВЭКСом-ДИДА
27. Растворение ренийсодержащих шлифотходов
28. Исследование взаимодействия технеция с перспективными редокс-реагентами для операции восстановительной рекстракции в технологии переработки ОЯТ
29. Экстракционная очистка урана(VI) из карбонатных растворов от примесей имитаторов продуктов деления
30. Переработка концентратов конденсации рения из вулканических газов
31. Сорбция рения аминсодержащими импрегнатами
32. Извлечение рения биосорбентами на основе микроорганизмов
33. Разделение концентрата РЗЭ среднетяжелой группы ОАО «СМЗ» с получением гадолиния
34. Исследование экстракции Sc из нитратных растворов, содержащих РЗЭ, НФОС и смесями ФОК с органическими основаниями
35. Получение и сравнительный анализ десорбционных характеристик комплексообразующего сорбента–ТВЭКС, содержащего трибутилфосфат, при элюировании урана
36. Определение критических параметров микроструктуры топливных таблеток из диоксида урана с выгорающим поглотителем ( $\text{Er}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ )
37. Гетерофазная конверсия фтороцирконатов щелочных элементов и аммония в гидроксиды циркония
38. Экстракция Gd, Tb, Dy из нитратных сред алкилфосфонитрильными соединениями
39. Экстракционное разделение U(VI) и Pu(IV) из карбонатных и карбонатно-фторидных растворов карбонатом метилтриоктиламмония
40. Экстракционное разделение РЗЭ тяжелой группы (Er(III), Ho(III), Dy(III), Y(III)) смесями фосфорорганических кислот
41. Получение иттрия при переработке концентрата РЗЭ среднетяжелой группы ОАО «Акрон» экстракцией карбоновыми и фосфорорганическими кислотами из хлоридных и нитратных среде
42. Экстракционное разделение U(VI) и Am(III) из карбонатных и карбонатно-фторидных растворов карбонатом метилтриоктиламмония
43. Твердофазный синтез люминофоров на основе цирконатов щелочноземельных элементов
44. Синтез титанатов лития
45. Влияние природы разбавителя на экстракцию лантаноидов фосфорилкетонами
46. Получение нитрато-дефицитных растворов уранилнитрата для использования в WAR процессе
47. Экстракционное разделение U(VI), Eu(III) и Y(III) из карбонатных и карбонатно-фторидных растворов солями МТОА
48. Сорбция рения из серноокислых растворов слабоосновными ионитами
49. Исследование состава смешанных разнолигандных  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{O}_2^{2-}$  комплексов урана (VI) методом производной электронной спектроскопии
50. Экстракционное разделение среднетяжелых РЗЭ с использованием смесей экстрагентов ТБФ - ТАМАН и ТБФ - Суанех 572

## **8.2. Текущий контроль выполнения выпускной квалификационной работы**

Текущий контроль выполнения ВКР осуществляется в три этапа и проводится в форме собеседования преподавателя и обучающегося.

На 1-ой контрольной точке преподаватель оценивает выполнение план-графика работы, понимание обучающимся цели и задач исследования, содержание аналитического обзора научно-технической литературы по теме ВКР.

На 2-ой контрольной точке обучающийся представляет аналитический обзор, результаты экспериментальной научной работы (или технологические расчеты); в случае отставания от графика выполнения работ преподаватель указывает на возможности их коррекции.

На 3-ей контрольной точке обучающийся представляет практически законченную и оформленную работу и проект презентации. Назначается внешний рецензент, составляется график защит ВКР и работа (или ее часть) передаются на проверку на объем заимствования.

### **8.3 Итоговый контроль освоения выпускной квалификационной работы**

Итоговым контролем освоения основной образовательной программы является оценка сформированности компетенций выпускника, проводимая на ее защите.

Особенности защиты ВКР обучающимся, не явившимся на заседание ГЭК, регламентируется Положением о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, утвержденным решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### ***Критерии для оценки выпускной квалификационной работы***

Оценка **«отлично»** выставляется за ВКР при следующих условиях:

- постановка проблемы во введении соответствует современному состоянию и перспективам развития научных исследований по направленности (профилям) ООП ВО, носит комплексный характер и включает в себя обоснование актуальности, научной и практической значимости темы, формулировку цели и задач исследования, его объекта и предмета, обзор использованных источников и литературы;
- содержание и структура исследования соответствуют поставленным цели и задачам;
- изложение материала носит проблемно-аналитический характер, отличается логичностью и смысловой завершенностью;
- промежуточные и итоговые выводы работы соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;
- соблюдены требования к стилю и оформлению научных работ;
- публичная защита ВКР показала уверенное владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения;
- все текстовые заимствования оформлены достоверными ссылками, объем и характер текстовых заимствований соответствуют специфике исследовательских задач.

Оценка **«хорошо»** выставляется за ВКР при следующих условиях:

- введение включает все необходимые компоненты постановки проблемы, в том числе формулировку цели и задач исследования, его объекта и предмета, обзор использованных источников и литературы. Обоснование актуальности, научной и практической значимости темы не вполне соответствует современному состоянию и перспективам развития научных исследований по направленности (профилям) ОП ВО;
- содержание и структура работы в целом соответствуют поставленным цели и задачам;
- изложение материала не всегда носит проблемно-аналитический характер;

- промежуточные и итоговые выводы работы в целом соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;
- соблюдены основные требования к оформлению научных работ;
- публичная защита выпускной квалификационной работы показала достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения;
- текстовые заимствования, как правило, оформлены достоверными ссылками, объем текстовых заимствований в целом соответствует специфике исследовательских задач.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется за ВКР при следующих условиях:

- введение включает основные компоненты постановки проблемы, однако в формулировках цели и задач исследования, его объекта и предмета допущены погрешности, обзор использованных источников и литературы носит формальный характер, обоснование актуальности, научной и практической значимости темы не соответствует современному состоянию и перспективам развития научных исследований по направленности (профилям) ОП ВО;
- содержание и структура работы не полностью соответствуют поставленным задачам исследования;
- изложение материала носит описательный характер, список цитируемых источников не позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи;
- выводы работы не полностью соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;
- нарушен ряд основных требований к оформлению научных работ;
- в ходе публичной защиты проявилось неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы;
- значительная часть текстовых заимствований не сопровождаются достоверными ссылками, объем и характер текстовых заимствований лишь отчасти соответствуют специфике исследовательских задач.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется за ВКР при следующих условиях:

- введение работы не имеет логичной структуры и не выполняет функцию постановки проблемы исследования;
- содержание и структура работы в основном не соответствует теме, цели и задачам исследования;
- работа носит реферативный характер, список цитируемых источников является недостаточным для решения поставленных задач;
- выводы работы не соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;
- не соблюдены требования к оформлению научных работ;
- в ходе публичной защиты выпускной квалификационной работы проявилось неуверенное владение материалом, неумение формулировать собственную позицию;
- большая часть текстовых заимствований не сопровождаются достоверными ссылками, текстовые заимствования составляют большой объем работы и преимущественно являются результатом использования нескольких научных и учебных изданий.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **9.1. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

1. Журнал физической химии ISSN 0044-4537;
2. Журнал неорганической химии ISSN 0044-457X;

3. Журнал прикладной химии ISSN 0044-4618;
4. Журнал органической химии ISSN 0044-7492;
5. Журнал общей химии ISSN 0044-460X;
6. Журнал «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571;
7. Журнал «Химическая технология» ISSN 1684-5811;
8. Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 002-110X;
9. Журнал «Кинетика и катализ» ISSN 0453-8811;
10. Журнал «Атомная энергия» ISSN 0004-7163;
11. Журнал «Радиохимия» ISSN 0033-8311;
12. Журнал «Мембраны и мембранные технологии» ISSN 2218-1172;
13. Журнал «Успехи в химии и химической технологии» ISSN 1506-2017;
14. Журнал «Известия Академии наук. Серия химическая» ISSN 0002-3353;
15. Журнал «Вопросы атомной науки и техники. Серия: Термоядерный синтез» ISSN: 0202-3822;
16. Журнал «Вопросы атомной науки и техники. Серия: Материаловедение и новые материалы» ISSN: 0321-222X;
17. Журнал «Перспективные материалы» ISSN 1028-978X;
18. Журнал «Физикохимия поверхности и защита материалов» ISSN 0044-1856;
19. Журнал «Petroleum Chemistry» ISSN 0965-5441;
20. Журнал «IOP Conference Series: Materials Science and Engineering» ISSN 1757-8981;
21. Журнал «Mendeleev Communications» ISSN: 0959-9436;
22. Журнал «Materials Chemistry and Physics» ISSN: 0254-0584;
23. Журнал «Nuclear Engineering and Technology» ISSN 1738-5733;
24. Журнал «Fusion Engineering and Design» ISSN 0920-3796;
25. Журнал «Fusion Science and Technology» ISSN 0044-4537;
26. Журнал «International Journal of Hydrogen Energy» ISSN 0360-3199.

## 9.2. Средства обеспечения освоения основной образовательной программы

Для проведения государственной итоговой аттестации используются следующие средства обеспечения освоения основной образовательной программы:

- компьютерные презентации к докладу по ВКР;
- раздаточный иллюстративный материал к докладу по ВКР.

При переходе на электронное обучение (ЭО) и дистанционные образовательные технологий (ДОТ) для реализации программы «Государственной итоговой аттестации: защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты», применяются следующие образовательные технологии и средства:

- электронная информационно-образовательная среда РХТУ (ЭИОС);
- сервисы по доставке e-mail сообщений;
- платформа для проведения онлайн конференций и вебинаров – Zoom (<https://zoom.us>).

Для проведения государственной итоговой аттестации: защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7/> (дата обращения: 27.02.2020).
- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим

доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/94/91/6> (дата обращения: 27.02.2020).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23 августа 2017 г. № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7/> (дата обращения: 27.02.2020).

«Положение о порядке проведения государственной итоговой аттестации» по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А. [Электронный ресурс] Режим доступа: [https://muctr.ru/upload/staff/admin-dep/uu/local\\_doc/pologenie\\_gia\\_5.pdf/](https://muctr.ru/upload/staff/admin-dep/uu/local_doc/pologenie_gia_5.pdf/) (дата обращения: 27.02.2020).

Положение о выпускной квалификационной работе для обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. , принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введено в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А. [Электронный ресурс] Режим доступа: [https://old.muctr.ru/univsubs/edudept/pologenie\\_VKR\\_2.pdf](https://old.muctr.ru/univsubs/edudept/pologenie_VKR_2.pdf) (дата обращения: 27.02.2020).

Для подготовки и защиты ВКР обучающиеся должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. [Электронный ресурс] режим доступа: <http://www.fcior.edu.ru/> (дата обращения: 27.02.2020).

- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 27.02.2020).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 27.02.2020).

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева обеспечивает информационную поддержку всем направлениям деятельности университета, содействует подготовке высококвалифицированных специалистов, совершенствованию учебного процесса, научно-исследовательской работы, способствует развитию профессиональной культуры будущего специалиста.

ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по всем дисциплинам, практикам и ГИА основной образовательной программы, гарантирует возможность качественного освоения обучающимися образовательной программы по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики.

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2020 составляет 1 715 452 экз.

Информационно-библиотечный центр обеспечивает самостоятельную работу обучающихся в читальных залах, предоставляя широкий выбор литературы по актуальным направлениям, а также обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС)



Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

### Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

| № | Электронный ресурс                           | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей   | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором  |
|---|--|---|--|
| 1 | Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ» | <p>Принадлежность - сторонняя<br/> Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г.<br/> Сумма договора – 642 083-68<br/> Срок действия с «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.<br/> Дополнительный Договор № 33.03-Р-3.1-2217/2020 от 02.03.2020 г.<br/> Сумма договора- 30 994-52<br/> Срок действия с «02» марта 2020 г. по «25» сентября 2020 г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br/> Сумма договора – 747 661-28<br/> Срок действия Договора с «26» сентября 2020г. по «25» сентября 2021г.<br/> Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого</p> | <p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки"-изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика»-изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент)- изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|   |  | компьютера.<br>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.  |   |
| 2 | Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им.Д.И.Менделеева (на базе ИБС «Ирбис») | Принадлежность – собственная РХТУ.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a><br>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера   | Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.  |
| 3 | Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».  | Принадлежность сторонняя.<br>Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 189-2647А/2019 От 09.01.2020 г.<br>Сумма договора – 601110-00 С «01» января.2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a><br>Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ. | Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД   |
| 4 | Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ).                                      | Принадлежность – сторонняя<br>Реквизиты договора – ФГБУ РГБ, Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br>Сумма договора - 398 840-00 С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a><br>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.   | В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации. |
| 5 | БД ВИНТИ РАН   | Принадлежность сторонняя,<br>Реквизиты договора- ВИНТИ РАН<br>Договор № 33.03-Р-3.1-2047/2019 от 25 февраля 2020 г.<br>Сумма договора - 100 000-00 С «25» февраля 2020 г. по «24 » февраля 2021 г.<br>Ссылка на сайт- <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a><br>Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ                            | Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов  |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|   |   | РХТУ.  |   |
| 6 | Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru» | <p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека, договор № 33.03-Р-3.1 2087/2019</p> <p>Сумма договора – 1100017-00 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | <p>Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.</p> |
| 7 | Справочно-правовая система «Консультант+»   | <p>Принадлежность сторонняя- Договор № 174-247ЭА/2019 от 26.12.2019 г.</p> <p>Сумма договора - 927 029-80 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт- <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>  | <p>Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.</p>   |
| 8 | Справочно-правовая система Гарант»          | <p>Принадлежность сторонняя Договор №166-235ЭА/2019 от 23.12.2019 г.</p> <p>Сумма договора - 603 949-84 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>   | <p>Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.</p>  |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
| 9  | Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"   | <p>Принадлежность сторонняя-«Электронное издательство ЮРАЙТ»<br/> Договор № 33.03-Р-3.1-220/2020 от 16.03.2020 г.<br/> Сумма договора - 324 000-00</p> <p>С «16» марта 2020 г.<br/> по «15» марта 2021 г.<br/> Ссылка на сайт –<br/> <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> | Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов. |
| 10 | Электронно-библиотечная система «Консультант студента» | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «Политехресурс»<br/> Договор № 33.03-Р-3.1-218/2020 От «16» марта 2020 г.<br/> Сумма договора-36 500-00<br/> С «17» марта 2020 г.<br/> по «16» марта 2021 г<br/> Ссылка на сайт –<br/> <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>         | Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».  |
| 11 | Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»          | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «ЗНАНИУМ»,<br/> Договор № 4309 эбс 33.03-Р-3.1-2215/2020 от «20» марта 2020 г.<br/> Сумма договора-30 000-00</p> <p>С «20» марта 2020 г.<br/> по «19» марта 2021г</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a><br/> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>                 | Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.  |
| 12 | Информационно-аналитическая система Science Index      | <p>Принадлежность сторонняя-ООО «Научная электронная библиотека»<br/> Договор № SIO-364/19 33.03-Р-3.1-2103/2019 от «17» февраля 2020 г.<br/> Сумма договора-90 000-00</p>  | Дистанционная поддержка публикационной активности преподавателей университета   |

|    |                                |   |   |
|----|--------------------------------|---|---|
|    |                                | с «17» февраля 2020 г.<br>по «16» февраля 2021 г.<br><br>Ссылка на сайт –<br><a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a><br>Количество ключей –<br>локальный доступ для<br>сотрудников ИБЦ  |   |
| 13 | Издательство<br>Wiley          | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка<br>(Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо<br>РФФИ от 07.07.2020 г. № 694<br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт –<br><a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a><br>Количество ключей - доступ для<br>пользователей РХТУ по IP-<br>адресам неограничен. Возможен<br>удаленный доступ после<br>индивидуальной регистрации.   | Коллекция журналов по всем<br>областям знаний, в том числе<br>известные журналы по химии,<br>материаловедению, взрывчатым<br>веществам и др.  |
| 14 | QUESTEL ORBIT                  | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка<br>(Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо<br>РФФИ от 09.10.2020 г. № 1162<br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт –<br><a href="https://orbit.com">https://orbit.com</a><br>Количество ключей – доступ<br>для пользователей РХТУ по ip-<br>адресам неограничен.  | ORBIT является глобальным<br>оперативно обновляемым<br>патентным порталом,<br>позволяющим осуществлять<br>поиск в перечне заявок на<br>патенты, полученных,<br>приблизительно, 80-<br>патентными учреждениями в<br>различных странах мира и<br>предоставленных грантов. |
| 15 | American Chemical<br>Society   | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка<br>(Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо<br>РФФИ от 25.06.2020 г. № 637<br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт –<br><a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a><br>Количество ключей – доступ<br>для пользователей РХТУ по ip-<br>адресам неограничен.<br>Настройка удаленного доступа:<br><a href="https://pubs.acs.org/page/remotecaccess">https://pubs.acs.org/page/remotecaccess</a> | Коллекция журналов по химии<br>и химической технологии Core<br>+ издательства American<br>Chemical Society  |
| 16 | База данных<br>Reaxys и Reaxys | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка  | Структурно-химическая база<br>данных Reaxys включает в себя   |

|    |   |  |   |
|----|---|--|---|
|    | Medicinal Chemistry<br>Компании Elsevier                    | (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо<br>РФФИ от 10.07.2020 г. № 712<br><br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br><br>Ссылка на сайт –<br><a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a><br><br>Количество ключей – доступ<br>для пользователей РХТУ по ip-<br>адресам неограничен.<br>Удаленный доступ.   | структурную базу данных<br>химических соединений и их<br>экспериментальных свойств,<br>реферативную базу<br>журнальных и патентных<br>публикаций, базу химических<br>реакций с функцией построения<br>плана синтеза.<br>Модуль биологически активных<br>соединений, биологических<br>мишеней, фармакологических<br>свойств химических<br>соединений Reaxys Medicinal<br>Chemistry является крупнейшей<br>в мире базой данных.   |
| 17 | Ресурсы<br>международной<br>компании<br>Clarivate Analytics | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка<br>(Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо<br>РФФИ от 07.07.2020 г. № 692<br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br>Ссылка на сайт –<br><a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/<br/>WOS_GeneralSearch_input.do?pr<br/>oduct=WOS&amp;search_mode=Gene<br/>ralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7b<br/>UatOIJ&amp;preferencesSaved=</a> | Открыт доступ к ресурсам:<br>WEB of SCIENCE –<br>реферативная и<br>наукометрическая база данных.<br>MEDLINE – реферативная база<br>данных по медицине.  |
| 18 | Электронные<br>ресурсы<br>издательства<br>SpringerNature    | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка<br>(Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо<br>РФФИ от 17.07.2020 г. № 743<br><br>С «01» января 2020 г.<br>по «31» декабря 2020 г.<br><br>Ссылка на сайт<br><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a><br>Количество ключей - доступ для<br>пользователей РХТУ по ip-<br>адресам неограничен. Возможен<br>удаленный доступ.  | - Полнотекстовая<br>коллекция электронных<br>журналов Springer по<br>различным отраслям знаний<br>(2019 г.) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a><br>Полнотекстовая коллекция<br>журналов (архив 1893-1945)<br><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a><br>- Полнотекстовые 85<br>журналов Nature Publishing<br>Group<br><a href="https://www.nature.com/siteindex/index.html">https://www.nature.com/siteindex/<br/>index.html</a><br>- Коллекция научных<br>протоколов по различным<br>отраслям знаний Springer<br>Protocols<br><a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com<br/>/</a> |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
|    |  |  | <p>- Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a></p> <p>- Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме</p> <p>- Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a></p> <p>- Nano Database <a href="https://goo.gl/PdhJdo">https://goo.gl/PdhJdo</a></p> <p>Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a></p> |
| 19 | База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service  | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 635 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.</p>       | <p>SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.</p>   |
| 20 | Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 772</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам. Удаленный доступ.</p> | <p>«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов.</p> <p>«Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2015-2019 гг.</p>   |
| 21 | American Institute of Physics (AIP)                        | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка</p>   | <p>Коллекция журналов по техническим и естественным</p>   |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
|    |   | <p>(Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо<br/>РФФИ от 19.10.2020 № 1188</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://scitation.aip.org">http://scitation.aip.org</a><br/>Количество ключей – доступ<br/>для пользователей РХТУ по<br/>ip-адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа:<br/><a href="https://www.scitation.org/remote-access">https://www.scitation.org/remote-access</a></p>   | <p>наукам издательства<br/>Американского института<br/>физики (AIP).</p>  |
| 22 | Scopus  | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо<br/>РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189<br/>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>.<br/>Количество ключей – доступ<br/>для пользователей РХТУ по<br/>ip-адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ.</p>  | <p>Мультидисциплинарная<br/>реферативная и<br/>научометрическая база данных<br/>издательства ELSEVIER</p>   |
| 23 | Royal Society of Chemistry<br>(Королевское химическое общество) | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)<br/>Информационное письмо<br/>РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196<br/>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.<br/>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a><br/>Количество ключей - доступ для<br/>пользователей РХТУ по<br/>ip-адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа:<br/><a href="https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access">https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access</a></p> | <p>Коллекция включает 44<br/>журнала. Тематика:<br/>органическая, аналитическая,<br/>физическая химия, биохимия,<br/>электрохимия, химические<br/>технологии.</p> |

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов:

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)



[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

33. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>

Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

34. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>

В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

35. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>

База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

36. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

37. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

38. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>

Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

39. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>

ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

40. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>

PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

41. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>

Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.

42. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>

Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru) Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Перечень оборудования для обеспечения проведения государственной итоговой аттестации: защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты:

- презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления).

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (презентационное оборудование: мультимедиа-проектор, экран, компьютер со средствами звуковоспроизведения для управления) и учебной мебелью. Научные и учебные лабораторные стенды для выполнения научно-исследовательской работы.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия**

Использование учебно-наглядных пособий не предусмотрено.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, USB-портами, принтерами, многофункциональными устройствами и программными средствами; мультимедийное проекционное оборудование; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы**

Информационно-методические материалы: учебники и учебные пособия по специализации, справочные материалы, кафедральная библиотека книжных изданий, журналов и диссертационных работ. Инструкции по работе на лабораторных установках, используемых при выполнении НИР.

Электронные образовательные ресурсы: справочные материалы в электронном виде.

### **11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения**

| № п/п | Наименование программного продукта | Реквизиты договора поставки | Количество лицензий | Срок окончания действия лицензии |
|-------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|
|-------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|--|--|---|---|
| 1     | <p>Неисключительная лицензия на использование Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprise</p> <p>В составе:</p> <p>10) В составе Microsoft Office Professional Plus 2019:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> <p>11) Microsoft Core CAL</p> <p>12) Microsoft Windows Upgrade</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>657 комплектов.</p> <p>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p> <p>Каждый комплект включает:</p> <p>1) Лицензию на комплекс для создания презентаций, электронных текстов и таблиц, обработки баз данных Microsoft Office.</p> <p>2) Лицензию для подключения пользователей к серверным системам Microsoft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exchange Server Standard,</li> <li>• Exchange Server Enterprise,</li> <li>• SharePoint Server,</li> <li>• Skype для бизнеса Server,</li> <li>• Windows MultiPoint Server Premium,</li> <li>• Windows Server Standard,</li> <li>• Windows Server Data Center</li> </ul> <p>3) Лицензию на обновление операционной системы для рабочих станций Windows 10.</p> <p>Дополнительно на ВУЗ предоставляется право на использование 1 (одной) лицензии средств разработки в рамках учебных компьютеров одного технического, естественнонаучного факультета (кафедры) и предоставления студентам для целей</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|---------------------------------------|--|--|
|       |   |                                       | обучения Azure Dev Tools for Teaching.<br>Количество активаций неограниченно в рамках подразделения.   |  |
| 2     | Неисключительная лицензия на использование Учебный Комплект Компас-3D v18 на 50 мест.<br>Проектирование и конструирование в машиностроении, лицензия.   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2 лицензии на учебный комплект программного обеспечения для проектирования и конструирования в машиностроении, рассчитанные на активацию на 50 мест каждая.        | бессрочно  |
| 3     | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (одна) сетевая лицензия на 200 пользователей   | бессрочно  |
| 4     | Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition Legalization GetGenuine Legalization  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 150 лицензий.<br>Соглашение Microsoft OLV № V6159937   | бессрочно  |
| 5     | Неисключительная лицензия на использование SysCtrDatactrCore ALNG LicSAPk OLVS 16License E 1Y AcademicEdition Additional Product CoreLic<br>Предоставляет право на использование продуктов Microsoft: Configuration | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1 (один) комплект, включающий 16 (шестнадцать) лицензий для активации на 16 (шестнадцати) физических процессорных ядрах.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|--|--|
|       | Manager<br>Data Protection<br>Manager<br>Endpoint Protection<br>Operations Manager<br>Orchestrator<br>Service Manager<br>Virtual Machine<br>Manager  |                                       |  |  |
| 6     | Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFaculty ShrdSvr ALNG SubsvL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word<br>Excel<br>PowerPoint<br>Microsoft Teams     | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 7.    | Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsvL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft<br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word<br>Excel<br>PowerPoint<br>Microsoft Teams | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 26280 лицензий для студентов ВУЗа.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907                             | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 8.    | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах   | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий                         | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|---------------------------------------|---|--|
|       | 1500-2499 Node 1 year Educational License<br>По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)   |                                       |   | версию продукта)   |
| 9.    | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License<br>По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 20 лицензий для виртуальных и облачных сред | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 10.   | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License<br>По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов                           | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2000 лицензий для почтовых серверов         | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов     | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки |
|---------------------------|--|----------------------------------|
| Представление результатов | <b>Знает:</b><br>- порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с | Оценка за 1-3 промежуточное      |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <p>научных исследований ВКР.</p> <p>Научный доклад и презентация ВКР</p> | <p>использованием последних научно-технических достижений в области химической технологии материалов современной энергетики;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы синтеза и исследования физико-химических, физико-механических свойств материалов современной энергетики;</li> <li>- современные научные тенденции развития в области химической технологии материалов современной энергетики;</li> </ul> <p>- основные технологические процессы эффективного и безопасного получения материалов современной энергетики</p> <p style="text-align: center;"><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно выявлять перспективные направления научных исследований, обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость проблемы, проводить экспериментальные исследования с использованием современных приборов, анализировать и интерпретировать полученные результаты, подготавливать отчеты и публикации о результатах исследований;</li> <li>- осуществлять поиск и анализ научно-технической информации в области химической технологии материалов современной энергетики с целью научно-практической и патентной поддержки проводимых исследований;</li> <li>- применять знания по химии и технологии материалов современной энергетики и их отдельных компонентов для управления технологическим процессом, прогнозирования и регулирования основных эксплуатационных свойств, постановки задач по исследованию и проектированию технологии новых материалов современной энергетики;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы;</li> <li>- навыками работы в коллективе, планирования и организации коллективных научных исследований; современными методами исследования и анализа материалов современной энергетики;</li> <li>- навыками проведения исследований материалов современной энергетики, их испытаний и контроля параметров технологических процессов их получения;</li> <li>- навыками выполнения инженерных расчетов, обеспечивающих проведение существующего технологического процесса или внесения в него</li> </ul> | <p>представление результатов научных исследований.</p> <p>Оценка на ГИА</p> |
|--|---|---|

|  |                                     |  |
|--|-------------------------------------|--|
|  | необходимых дополнений и изменений. |  |
|--|-------------------------------------|--|

### *13. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ*

#### *АТТЕСТАЦИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ*

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ имени Д.И. Менделеева принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Положением о порядке проведения государственной итоговой аттестации» по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А.

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).



**Дополнения и изменения к рабочей программе**  
**«Государственная итоговая аттестация: защита выпускной**  
**квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты**  
**и процедуру защиты»**

**основной образовательной программы**

**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

код и наименование направления подготовки (специальности)

**специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного**

**цикла»**

наименование ООП

Форма обучения: очная

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения                              |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 __ г. |
| 2.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 __ г. |
| 3.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 __ г. |
| 4.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 __ г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 __ г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20 __ г. |

