

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

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

« 25 » мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физическая химия»

(Б1.О.12)

**Специальность 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий**

Квалификация «Инженер»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«25» мая 2022 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена д.х.н., проф., профессором физической химии Конюховым В.Ю., к.х.н., доц., доцентом кафедры физической химии А.М. Мерцким, к.х.н., доцентом кафедры физической химии Г.М. Бондаревой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физической химии «16» апреля 2022 г., протокол №11

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности **18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Физической химии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение двух семестров.

Дисциплина **«Физическая химия»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области естественных наук.

Цель дисциплины – раскрыть смысл основных законов, управляющих ходом химического процесса, показать области приложения этих законов и научить студента грамотно применять их при решении конкретных теоретических и практических задач, понять основные кинетические закономерности протекания химических процессов и роль катализа для химической технологии.

Задачи дисциплины – показать значение физической химии как теоретической основы процессов химической технологии; выработать у студентов навыки применения полученных знаний к предсказанию принципиальной возможности, направления, скорости и конечного результата химических процессов; дать представления о современных экспериментальных методах исследования физико-химических процессов.

Дисциплина **«Физическая химия»** преподается в 5 и 6 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Общепрофессиональные навыки	ОПК-1. Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-1.7 Знает основы физической химии как теоретического фундамента современной химии и процессов химической технологии.
		ОПК-1.16 Умеет прогнозировать влияние различных факторов на равновесие химических в реакциях; определять направленность процесса в заданных начальных условиях; устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных и бинарных системах; определять составы существующих фаз в бинарных гетерогенных системах; составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для кинетически простых реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса.
		ОПК-1.24 Владеет навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема; констант равновесия химических реакций при заданной температуре; давления насыщенного пара над индивидуальным веществом; состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах.
		ОПК-1.25 Владеет методами определения констант скорости химических реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные законы физической химии, взаимосвязь физических и химических характеристик процесса;
- пути определения важнейших характеристик химического равновесия (константы равновесия, равновесного выхода продукта, степени превращения исходных веществ) и влияния различных факторов на смещение химического равновесия;
- термодинамическое описание свойств идеальных и неидеальных растворов, подходы к нахождению парциальных молярных величин компонентов раствора.
- теорию гальванических явлений;
- теории кинетики, пути теоретического расчета скоростей химических реакций и ограничения в применимости расчетных методов;
- основные черты гомогенного и гетерогенного катализа, причины ускорения химического процесса в присутствии катализатора.

Уметь:

- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии при решении профессиональных задач;
- предсказывать и находить оптимальные условия проведения химического процесса с целью получения максимально возможного выхода интересующего продукта;
- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии для решения вопросов, возникающих при изучении кинетики химических реакций;
- проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов.

Владеть:

- комплексом современных теоретических методов физической химии для решения конкретных исследовательских задач;
- навыками определения состояния равновесия и самопроизвольного направления химического процесса;
- знаниями основных законов физической химии для содержательной интерпретации термодинамических расчётов;
- методами определения порядка и скорости реакции, установления лимитирующей стадии и механизма изучаемой химической реакции;
- навыками составления гальванических элементов для целей определения термодинамических характеристик и констант равновесия исследуемой реакции;
- знаниями основных законов химической кинетики, влияния различных факторов (температуры, давления, катализатора) на скорость химической реакции.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5		6	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	12	432	6	216	6	216
Контактная работа – аудиторные занятия:	5,34	192	2,67	96	2,67	96
Лекции	1,78	64	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
Самостоятельная работа	4,66	168	2,33	84	2,33	84
Подготовка к лабораторным работам		108	2,33	42	2,33	42
Контактная самостоятельная работа		-		-		-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		108		42		42
Виды контроля:						
Экзамен	2	72	1	36	1	36
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,8	1	0,4	1	0,4
Подготовка к экзамену		71,2		35,6		35,6
Вид итогового контроля:			Экзамен		Экзамен	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5		6	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	12	324	6	162	6	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	5,34	144	2,67	72	2,67	72
Лекции	1,78	48	0,89	24	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
Самостоятельная работа	4,66	126	2,33	63	2,33	63
Подготовка к лабораторным работам		81	2,33	31,5	2,33	31,5
Контактная самостоятельная работа		-		-		-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		81		31,5		31,5
Виды контроля:						
Экзамен	2	54	1	27	1	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,6	1	0,3	1	0,3
Подготовка к экзамену		53,4		26,7		26,7
Вид итогового контроля:			Экзамен		Экзамен	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек-ции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1.	Раздел 1. Химическая термодинамика	84	18	18	8	48
1.1	Первый закон термодинамики	28	6	6	4	16
1.2	Второй закон термодинамики	28	6	6	-	16
1.3	Химическое равновесие	28	6	6	4	16
2.	Раздел 2. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах	19	4	4	6	11
2.1	Фазовые переходы и фазовая диаграмма состояния для однокомпонентных систем	9	2	2	-	5
2.2	Определение термодинамических функций процесса фазового перехода	9	2	2	6	6
3.	Раздел 3. Термодинамическая теория растворов	27	6	6	6	15
3.1	Основы термодинамики растворов. Парциальные мольные величины	9	2	2	-	5
3.2	Термодинамическое описание идеальных и неидеальных растворов	9	2	2	-	5
3.3	Коллигативные свойства разбавленных растворов нелетучих веществ в летучем растворителе	9	2	2	6	5
4.	Раздел 4. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах	18	4	4	12	10
4.1	Равновесие «жидкий раствор - насыщенный пар» в двухкомпонентных системах	9	2	2	6	5
4.2	Равновесие «жидкость-твердое» в двухкомпонентных системах	9	2	2	6	5
5.	Раздел 5. Растворы электролитов	46	8	8	12	18
5.2	Растворы электролитов в статических условиях	16	4	4	-	8
5.3	Растворы электролитов в динамических условиях	30	4	4	12	10
6.	Раздел 6. Электрохимические системы (цепи)	44	8	6	12	18
6.1	ЭДС и электродные потенциалы	22	4	3	6	9
6.2	Гальванические элементы	22	4	3	6	9

7.	Раздел 7. Химическая кинетика	76	14	16	6	40
7.1	Формальная кинетика	42	6	10	6	20
7.2	Теории химической кинетики	17	4	3	-	10
7.3	Фотохимические и цепные реакции	17	4	3	-	10
8.	Раздел 8. Катализ	16	2	2	4	8
	ИТОГО	360	64	64	64	168
	Экзамен	72				
	ИТОГО	432				

4.2 Содержание разделов дисциплины

5 семестр

Раздел 1. Химическая термодинамика

1.1. Первый закон термодинамики

Термодинамические системы и термодинамические параметры. Экстенсивные и интенсивные свойства системы. Термодинамический процесс. Функции состояния и функции процесса. Внутренняя энергия и энтальпия, их свойства. Теплота и работа как формы передачи энергии. Работа расширения газа и полезная работа. Формулировки первого начала термодинамики. Взаимосвязь теплоты, работы и изменения внутренней энергии в изохорном, изобарном и изотермическом процессах. Теплоёмкость вещества – изохорная или изобарная, молярная, удельная. Теплоёмкость идеальных газов, взаимосвязь молярных теплоёмкостей C_p и C_v идеального газа. Теплоёмкость твердых веществ и жидкостей. Зависимость молярной изобарной теплоёмкости вещества от температуры, эмпирические уравнения (степенные ряды), их применимость. Закон кубов Дебая, правило Дюлонга и Пти. Средняя изобарная теплоёмкость вещества в интервале температур. Температурная зависимость приращения энтальпии вещества ($H_T - H_0$) при постоянном давлении с учётом фазовых переходов. Тепловой эффект химического процесса. Основное стандартное состояние. Стандартные энтальпии образования и сгорания веществ. Применение закона Гесса для вычисления тепловых эффектов химических и физико-химических процессов. Связь тепловых эффектов при постоянном объеме и при постоянном давлении. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Вывод и анализ уравнения Кирхгофа в дифференциальной форме. Интегрирование уравнения Кирхгофа.

1.2. Второй закон термодинамики.

Самопроизвольные и несамопроизвольные, обратимые и необратимые, равновесные (квазистатические) и неравновесные процессы. Работа равновесного и неравновесного процессов. Формулировки второго начала термодинамики. Энтропия как критерий направленности самопроизвольных процессов и равновесия в изолированных системах. Зависимость энтропии вещества от параметров состояния (температуры, давления, объема). Расчет изменения энтропии в различных процессах, связанных с изменением состояния идеального газа, а также чистых твёрдых или жидких веществ. Изменение энтропии в процессе смешения идеальных газов. Изменение энтропии при фазовых переходах. Тепловая теорема Нернста, постулат Планка (третье начало

термодинамики). Статистическая интерпретация второго начала термодинамики, уравнение Больцмана-Планка. Вычисление абсолютной энтропии вещества. Расчет изменения энтропии в химических реакциях при различных температурах. Объединенное уравнение I и II законов термодинамики. Энергия Гельмгольца и энергия Гиббса как критерии направленности процессов и равновесия в закрытых системах. Характеристические функции. Зависимость энергии Гельмгольца и энергии Гиббса от параметров состояния. Температурная зависимость энергии Гиббса вещества с учётом фазовых переходов. Род фазового перехода (первый, второй). Уравнения Гиббса-Гельмгольца. Расчет изменений стандартных энергий Гиббса и Гельмгольца в химических реакциях при различных температурах.

Системы переменного состава. Химический потенциал компонента системы. Зависимость химического потенциала от давления и температуры. Условия равновесия и самопроизвольного протекания процесса в системах переменного состава.

1.3. Химическое равновесие.

Материальный баланс химической реакции, степень превращения, химическая переменная. Уравнение изотермы химической реакции (изотермы Вант-Гоффа). Химическое сродство. Анализ уравнения изотермы для определения направления самопроизвольного протекания химической реакции от данного исходного (неравновесного) состояния. Термодинамическая константа химического равновесия и эмпирические константы химического равновесия (K_x , K_c , K_n , K_p), уравнения их связи для реакции в идеальной газовой смеси. Константы равновесия для гомогенных и гетерогенных реакций, идеальных и неидеальных реакционных систем (на примерах). Смещение химического равновесия при изменении общего давления ($T = \text{const}$) и при добавлении в систему инертного газа ($T = \text{const}$, $P = \text{const}$).

Влияние температуры на константу химического равновесия, уравнения изобары и изохоры химической реакции. Вывод, анализ и интегрирование названных уравнений на примере уравнения изобары. Расчет среднего и истинного теплового эффекта химических реакций из зависимости термодинамической константы равновесия от температуры. Расчет констант равновесия химических реакций из стандартных термодинамических функций веществ. Вычисление констант равновесия химических реакций по справочным данным о константах равновесия реакций образования соединений из простых веществ.

Раздел 2. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах

2.1. Фазовые переходы и фазовая диаграмма состояния для однокомпонентных систем

Фаза, компонент, число степеней свободы. Правило фаз Гиббса. Применение правила фаз Гиббса для анализа фазовых равновесий в однокомпонентных системах. Диаграмма состояния однокомпонентной системы, её фазовые поля, линии и тройные точки, выражающие соответственно однофазное, двухфазное и трехфазное равновесия. Насыщенный пар, температурная зависимость давления насыщенного пара. Критическая точка, критическое состояние вещества, его особенности. Вывод и анализ уравнения Клапейрона. Зависимость температуры плавления от внешнего давления, интегрирование уравнения Клапейрона для равновесия твердое тело - жидкость. Равновесия с газовой

фазой, уравнение Клапейрона-Клаузиуса, вывод и интегрирование уравнения для описания линий испарения и сублимации, используемые допущения. Определение координат тройной точки.

2.2. Определение термодинамических функций процесса фазового перехода

Применение уравнения Клапейрона-Клаузиуса для расчета изменения термодинамических функций при фазовых превращениях. Взаимосвязь энтальпий плавления, испарения и возгонки в тройной точке. Эмпирическое правило Трутона.

Раздел 3. Термодинамическая теория растворов

3.1. Основы термодинамики растворов. Парциальные молярные величины

Классификации растворов. Парциальные молярные величины. Уравнения Гиббса-Дюгема (вывод и анализ). Методы определения парциальных молярных величин (метод касательных и метод отрезков). Относительные парциальные молярные величины (парциальные молярные функции смешения). Термодинамические функции смешения.

3.2. Термодинамическое описание идеальных и неидеальных растворов

Идеальные (совершенные) растворы. Химический потенциал компонента идеального раствора. Термодинамические функции смешения для идеальных растворов. Равновесие "идеальный раствор-пар", закон Рауля, графическая интерпретация закона Рауля. Предельно разбавленные растворы, закон Генри. Уравнение химического потенциала для растворителя и растворенного вещества. Неидеальные (реальные) растворы, положительные и отрицательные отклонения от идеальности (от закона Рауля). Стандартные состояния компонентов раствора. Симметричная и несимметричная системы сравнения. Расчет активностей и рациональных коэффициентов активности компонентов раствора. Термодинамические функции смешения для неидеальных растворов. Зависимость активности и коэффициента активности компонента от температуры и давления.

3.3. Коллигативные свойства разбавленных растворов нелетучих веществ в летучем растворителе

Коллигативные свойства разбавленных растворов нелетучих веществ в летучих растворителях (понижение давления насыщенного пара растворителя над раствором по сравнению с чистым растворителем, повышение температуры начала кипения и понижение температуры начала отвердевания растворов, осмотическое давление). Эбуллиоскопическая и криоскопическая константы растворителя. Вывод уравнения, связывающего понижение температуры начала отвердевания с концентрацией раствора. Осмос, осмотическое давление, обратный осмос. Использование коллигативных свойств для определения молярной массы, степени диссоциации или степени ассоциации растворенного вещества.

Раздел 4. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах

4.1. Равновесие «жидкий раствор - насыщенный пар» в двухкомпонентных системах.

Диаграммы «давление-состав», «температура-состав», «состав пара-состав жидкости» для идеальных и неидеальных растворов. Применение правила фаз к исследованию диаграмм. Законы Гиббса-Коновалова. Азеотропия, термодинамическое условие точки азеотропа. Правило рычага. Физико-химические основы разделения жидких смесей методами перегонки и ректификации.

4.2. Равновесие «жидкость-твердое» в двухкомпонентных системах.

Термический анализ, кривые охлаждения, построение диаграммы плавкости по кривым охлаждения. Системы с ограниченной и неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Изоморфизм. Типы твердых растворов. Диаграммы плавкости изоморфно кристаллизующихся веществ. Диаграммы плавкости систем с ограниченной растворимостью в твердом состоянии. Эвтектическое и перитектическое равновесия. Определение состава эвтектической жидкости построением треугольника Таммана. Применение правила фаз Гиббса к исследованию фазовых равновесий.

6 семестр

Раздел 5. Растворы электролитов

5.1 Растворы электролитов в статических условиях

Термодинамическое описание свойств растворов электролитов. Активности и коэффициенты активности электролита и ионов в растворе, средние ионные коэффициенты активности. Связь активности электролита со средней ионной активностью и концентрацией электролита. Ионная сила раствора. Правило ионной силы. Основные положения электростатической теории сильных электролитов Дебая-Хюккеля. Предельный закон Дебая-Хюккеля, второе и третье приближения теории, графическое представление этих зависимостей.

5.2 Растворы электролитов в динамических условиях

Проводники электрического тока I и II рода, ионная и электронная проводимость. Удельная, молярная и эквивалентная электрические проводимости, взаимосвязь между ними. Зависимость удельной и молярной электрической проводимостей от концентрации, температуры и природы растворителя. Скорость и подвижность (абсолютная скорость движения) ионов. Закон независимого движения ионов (закон Кольрауша). Предельные молярные электропроводности ионов. Эстафетный механизм переноса электричества ионами гидроксония и гидроксила. Числа переноса ионов. Электропроводность растворов сильных электролитов, уравнение корня квадратного (уравнение Кольрауша). Применение теории сильных электролитов для объяснения электрофоретического и релаксационного эффектов снижения электропроводности. Влияние полей высокой напряженности и высокой частоты переменного тока на электропроводность растворов. Методики измерения электропроводности. Кондуктометрическое определение степени и константы диссоциации слабых электролитов, теплоты, энтропии и энергии Гиббса процесса диссоциации, растворимости малорастворимых соединений.

Раздел 6. Электрохимические системы (цепи)

6.1 ЭДС и электродные потенциалы

Электрохимические системы (цепи). Возникновение скачка потенциала на границе раздела проводников I и II рода. Двойной электрический слой. Электрохимический потенциал, гальвани-потенциал. Обратимые электроды и обратимые электрохимические цепи (элементы). Электродвижущая сила гальванического элемента, условный электродный потенциал (потенциал в водородной шкале). Связь ЭДС гальванической цепи с электродными потенциалами. Правило знаков ЭДС и электродных потенциалов. Термодинамическая теория гальванических явлений. Вывод и анализ уравнения Нернста, выражающего зависимость ЭДС гальванического элемента от активностей компонентов электродной реакции. Уравнение Гиббса-Гельмгольца для электрохимических систем. Зависимость ЭДС гальванического элемента от температуры. Классификация электродов: электроды первого и второго рода, газовые, окислительно-восстановительные. Уравнение Нернста для потенциала электродов всех видов.

6.2. Гальванические элементы

Типы гальванических элементов: химические, концентрационные, с переносом, без переноса. Диффузионный потенциал, механизм возникновения и методы его устранения (сведения к минимальной величине). Методика измерения ЭДС и электродных потенциалов. Применение потенциометрии для определения термодинамических характеристик химических реакций, протекающих в гальванической цепи, констант химического равновесия, активностей и коэффициентов активности электролитов, pH растворов, произведения растворимости малорастворимых соединений. Химические источники тока.

Раздел 7. Химическая кинетика

7.1. Формальная кинетика

Термодинамическая возможность процесса и его практическая (кинетическая) осуществимость. Предмет и задачи химической кинетики. Основные понятия формальной кинетики: скорость химической реакции, молекулярность, частный и общий порядок. Основной постулат химической кинетики, кинетическое уравнение скорости реакции. Константа скорости химической реакции, размерность константы скорости. Методы определения скоростей химических реакций. Простые (элементарные) и сложные реакции. Кинетика простых и формально простых односторонних гомогенных реакций. Реакции первого, второго и третьего порядков. Дифференциальная и интегральная формы кинетических уравнений, кинетические кривые. Линейное представление кинетических кривых для реакций различных порядков. Время полупревращения. Реакции нулевого порядка. Метод избытка (изоляции) Оствальда определения частных порядков по соответствующему реагенту. Дифференциальные и интегральные методы определения порядка реакции. Различие концентрационного и временного порядков. Сложные реакции. Принцип независимого протекания элементарных реакций. Обратимые и параллельные реакции первого порядка. Дифференциальные уравнения, описывающие

скорости этих реакций, их интегрирование. Кинетические кривые для каждого из реагирующих веществ. Последовательные реакции 1-го порядка. Система дифференциальных уравнений, описывающих кинетику последовательных реакций. Кинетические уравнения и кинетические кривые для всех участников реакции. Время достижения максимальной концентрации промежуточного вещества. Зависимость максимальной концентрации промежуточного вещества от соотношения констант скоростей отдельных стадий последовательной реакции. Принцип лимитирующей стадии последовательной химической реакции. Стационарный режим протекания последовательных реакций. Метод квазистационарных концентраций, область применения. Влияние температуры на скорость химической реакции, приближенное правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса в дифференциальной и интегральной форме. Эффективная энергия активации и предэкспоненциальный множитель, методы их определения из экспериментальных данных.

7.2. Теории химической кинетики

Теория активных (бинарных) соударений (ТАС). Скорость реакции как число столкновений активных молекул в единицу времени. Константа скорости бимолекулярной реакции. Физический смысл предэкспоненциального множителя и энергии активации в рамках теории активных соударений. Стерический фактор, необходимость его введения в кинетическое уравнение реакции. Достоинства и недостатки теории активных соударений. Механизм мономолекулярных газовых реакций в рамках ТАС, схема Линдемана. Истолкование причин изменения порядка мономолекулярной реакции при изменении давления.

Теория переходного состояния (активированного комплекса) (ТПС или ТАК). Основные положения ТПС, кинетическая схема реакции. Поверхность потенциальной энергии, координата реакции, путь реакции. Активированный комплекс и его свойства, истинная энергия активации. Скорость реакции – скорость распада активированного комплекса (скорость его прохождения через потенциальный барьер). Квазитермодинамическая форма уравнения ТПС, энтальпия и энтропия активации, трансмиссионный коэффициент. Связь энтальпии активации с эффективной (экспериментальной) энергией активации.

7.3. Фотохимические и цепные реакции

Фотохимические реакции, первичные и вторичные фотохимические процессы. Фотодиссоциация и фотолиз. Фотофизические (деактивационные) процессы при поглощении излучения. Законы фотохимии: Гротгуса-Дрепера и Эйнштейна-Штарка. Квантовый выход. Кинетика процессов, происходящих с участием фотовозбужденных молекул. Сенситизаторы, Сенситизированные фотохимические реакции. Основные различия реакций с фотохимическим и термическим инициированием. Фотохимические процессы в атмосфере, фотосинтез.

Цепные реакции. Примеры реакций, протекающих по цепному механизму. Особенности и основные стадии цепных реакций. Механизмы зарождения, развития и обрыва цепей. Линейный и квадратичный обрыв цепей. Звено цепи, длина цепи.

Неразветвленные и разветвленные цепные реакции. Кинетика неразветвлённых цепных реакций. Стадии разветвленной цепной реакции. Вероятность обрыва и разветвления цепи. Развитие разветвленных цепных реакций во времени, стационарный и нестационарный режимы течения реакции. Предельные явления в разветвлённых реакциях. Нижний и верхний пределы воспламенения (взрыва) цепной реакции. Полуостров воспламенения.

Раздел 8. Катализ

Гомогенный и гетерогенный катализ. Автокатализ. Основные закономерности каталитических реакций. Влияние катализатора на термодинамические и кинетические характеристики химических реакций. Селективность действия катализатора. Каталитическая активность, удельная каталитическая активность. Гомогенный катализ. Слитный и раздельный механизмы каталитических реакций, энергетические диаграммы взаимодействия реагентов с катализатором. Общий и специфический кислотно-основной катализ. Эффективная константа скорости реакции, катализируемой веществами с кислотно-основными свойствами. Каталитические константы скорости реакции. Гетерогенный катализ. Скорость гетерогенно-каталитической реакции. Типы гетерогенных катализаторов. Закон действующих поверхностей. Роль адсорбции в гетерогенном процессе. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций, не лимитируемых диффузией. Отравление катализаторов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7	Раздел 8
	Знать:								
1	– основные законы физической химии, взаимосвязь физических и химических характеристик процесса	+	+	+	+	+	+	+	+
2	– пути определения важнейших характеристик химического равновесия (константы равновесия, равновесного выхода продукта, степени превращения исходных веществ) и влияния различных факторов на смещение химического равновесия	+	+						+
3	– термодинамическое описание свойств идеальных и неидеальных растворов, подходы к нахождению парциальных молярных величин компонентов раствора				+	+	+		
4	– теорию гальванических явлений							+	
5	– теории кинетики, пути теоретического расчета скоростей химических реакций и ограничения в применимости расчетных методов								+
6	– основные черты гомогенного и гетерогенного катализа, причины ускорения химического процесса в присутствии катализатора								
	Уметь:								
7	– применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии при решении профессиональных задач	+	+	+	+	+	+	+	+
8	– предсказывать и находить оптимальные условия проведения химического процесса с целью получения максимально возможного выхода интересующего продукта	+	+						+

9	– проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов	+	+	+	+	+	+	+	+	
10	– применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии для решения вопросов, возникающих при изучении кинетики химических реакций								+	
	Владеть:									
11	– комплексом современных теоретических методов физической химии для решения конкретных исследовательских задач	+	+	+	+	+	+	+	+	
12	– навыками определения состояния равновесия и самопроизвольного направления химического процесса	+	+	+				+		
13	– знаниями основных законов физической химии для содержательной интерпретации термодинамических расчётов	+	+	+	+	+				
14	– методами определения порядка и скорости реакции, установления лимитирующей стадии и механизма изучаемой химической реакции								+	
15	– навыками составления гальванических элементов для целей определения термодинамических характеристик и констант равновесия исследуемой реакции							+		
16	– знаниями основных законов химической кинетики, влияния различных факторов (температуры, давления, катализатора) на скорость химической реакции	+	+						+	
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7	Раздел 8

17	<p>ОПК-1. Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1.7 Знает основы физической химии как теоретического фундамента современной химии и процессов химической технологии.</p>	+	+	+	+	+	+	+	+
18	<p>ОПК-1. Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1.16 Умеет прогнозировать влияние различных факторов на равновесие химических в реакциях; определять направленность процесса в заданных начальных условиях; устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных и бинарных системах; определять составы существующих фаз в бинарных гетерогенных системах; составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для кинетически простых реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса.</p>	+	+	+	+	+	+	+	+

19	ОПК-1. Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-1.24 Владеет навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема; констант равновесия химических реакций при заданной температуре; давления насыщенного пара над индивидуальным веществом; состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах.	+	+	+	+				
20	ОПК-1. Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-1.25 Владеет методами определения констант скорости химических реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента.							+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1.	1	Расчёт теплоты, работы и изменения внутренней энергии в процессах с участием идеального газа.	2
2.	1	Расчет тепловых эффектов химических реакций при $V=\text{const}$ и $P=\text{const}$ и теплоты фазовых превращений при 298 К.	2
3.	1	Расчет тепловых эффектов реакций, теплоты образования и теплоты фазовых переходов при заданной температуре с использованием справочных данных.	2
4.	1	Расчет абсолютной энтропии вещества при заданной температуре. Расчет изменения энтропии в химических реакциях при заданной температуре.	2
5.	1	Расчет ΔG^0 и ΔA^0 для химических процессов.	2
6.	1	Расчет эмпирической константы химического равновесия из экспериментальных данных о равновесных давлениях и концентрациях реагентов.	2
7.	1	Определение направления самопроизвольного протекания химической реакции при $P=\text{const}$, $T=\text{const}$ на основании уравнения изотермы Вант-Гоффа.	2
8.	1	Вычисление константы равновесия химической реакции.	2
9.	1	Определение термодинамических характеристик химической реакции (энтальпии, энтропии, энергии Гиббса) из экспериментальной зависимости константы равновесия от температуры.	2
10.	2	Расчет давления насыщенного пара и теплоты испарения (возгонки) при заданной температуре на основании справочных данных о температурах кипения (возгонки) веществ при давлении ниже атмосферного. Нахождение координат тройной точки по температурной зависимости давления насыщенного пара вещества.	2
11.	2	Расчет температуры плавления вещества при заданном внешнем давлении (в приближении линейной зависимости температуры плавления от давления). Вычисление термодинамических	2

		функций фазовых превращений (ΔH , ΔU , ΔS , ΔA , ΔG) на основании экспериментальных зависимостей давления насыщенного пара от температуры.	
12.	3	Определение парциальных молярных величин компонентов раствора из экспериментальных зависимостей экстенсивного свойства раствора от концентрации.	2
13.	3	Расчет изменения объема, энтальпии, энтропии, энергии Гиббса при образовании бинарного идеального раствора. Закон Рауля.. Расчет термодинамических функций смешения для реальных растворов при заданной температуре. Расчет активностей, коэффициентов активности и относительного химического потенциала компонентов раствора по экспериментальной зависимости давления насыщенного пара от концентрации для стандартного состояния "чистое вещество"	2
14.	3	Вычисление относительного понижения давления пара растворителя, повышения температуры начала кипения, понижения температуры начала отвердевания, осмотического давления для разбавленного раствора нелетучего вещества в летучем растворителе при данной концентрации раствора.	2
15.	4	Правило фаз Гиббса, расчет числа степеней свободы в заданной фазовой области. Правило рычага, его применение для определения количества равновесных фаз. Вычисление количества компонента, которое необходимо добавить к системе заданного состава, для перевода ее в новое состояние с другим содержанием компонентов.	2
16.	4	Применение правила фаз Гиббса к анализу диаграмм плавкости изоморфно и неизоморфно кристаллизующихся веществ с одной эвтектикой, с образованием устойчивого соединения (неустойчивого соединения, с ограниченной растворимости компонентов в твердом состоянии), анализ. Применение правила рычага для нахождения количества равновесных твердой и жидкой фаз.	2
17.	5	Сильные и слабые электролиты. Определение степени диссоциации на основании величины	2

		константы диссоциации. Изменение степени и константы диссоциации при добавлении в раствор сильного электролита с общим ионом. Расчет термодинамических параметров процесса диссоциации на основе температурной зависимости константы диссоциации. Расчет рН для растворов сильных и слабых электролитов.	
18.	5	Связь активности электролита со средними ионными активностями и средними ионными коэффициентами активности. Ионная сила раствора. Правило ионной силы. Предельный закон Дебая-Хюккеля. Расчет активностей, средних ионных активностей и средних ионных коэффициентов активности. Определение рН растворов сильных электролитов.	2
19.	5	Произведение растворимости. Расчет растворимости малорастворимых солей. Влияние посторонних электролитов на растворимость малорастворимых соединений.	2
20.	5	Расчет электропроводности растворов электролитов при бесконечном разведении на основании значений предельных молярных электрических проводимостей ионов и из экспериментальных данных по электропроводности растворов различной концентрации. Подвижности (абсолютные скорости движения) и числа переноса ионов. Определение степени и константы диссоциации слабых электролитов, теплоты диссоциации, растворимости труднорастворимых соединений на основании измерений электропроводности.	2
21.	6	Условная запись электрода, гальванического элемента. Правильно разомкнутый гальванический элемент. Определение знаков электродов гальванического элемента и направления протекания электродного процесса. Запись уравнения реакции, протекающей в гальваническом элементе, определение ее направления.	2
22.	6	Уравнение Нернста для различных электродов и гальванического элемента. Расчет ЭДС химических и концентрационных гальванических элементов.	2
23.	6	Определение констант равновесия, термодинамических характеристик реакций,	2

		протекающих в гальваническом элементе. Расчет раствора, активностей и коэффициентов активности, произведения растворимости.	
24.	7	Расчет константы скорости реакции на основании экспериментальных данных об изменении свойства системы во времени	2
25.	7	Определение порядка реакции, константы скорости и времени полупревращения на основе данных кинетических измерений. Расчет глубины протекания реакции к указанному моменту времени.	2
26.	7	Расчет констант скоростей и текущих концентраций для обратимых, параллельных и последовательных реакций первого порядка.	2
27.	7	Метод стационарных концентраций, его практическое использование при составлении кинетических уравнений.	2
28.	7	Влияние температуры на скорость химических реакций. Правило Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса. Вычисление температурного коэффициента Вант-Гоффа. Расчет констант скорости и времени полупревращения при различных температурах.	2
29.	7	Теория активных (бинарных) соударений. Подсчет общего числа столкновений реагирующих молекул в единицу времени в единице объема. Нахождение доли активных молекул. Расчет константы скорости, предэкспоненциального множителя (фактора соударений) и стерического множителя на основании уравнений теории.	2
30.	7	Схема Линдемана. Теория переходного состояния. Связь энтальпии активации и энергии активации. Расчет константы скорости, предэкспоненциального множителя, энтальпии и энтропии активации.	2
31.	7	Вычисление квантового выхода и количества прореагировавшего вещества для фотохимической реакции. Составление кинетических уравнений для неразветвленных цепных реакций. Связь эффективной константы скорости цепной реакции с константами скоростей отдельных стадий. Расчет длины цепи реакции.	2
32.	8	Общие закономерности каталитических реакций. Снижение энергии активации – главная причина увеличения скорости каталитической реакции.	

		Слитный и раздельный механизмы каталитического взаимодействия, составление кинетических уравнений.	
--	--	--	--

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Физическая химия*».

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 10 баллов (максимально по 1 баллу 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 (модули)	Наименование лабораторных работ
1	1	Определение средней теплоемкости твердых и жидких веществ методом смешения
2	2	Определение химического равновесия в гетерогенных системах (исследование карбонатов)
3	3	Определение давления насыщенного пара индивидуальных жидкостей динамическим методом (методом точек кипения)
4	4	Определение молярной массы растворенного вещества криоскопическим методом
5	5	Изучение равновесий "жидкость-пар" в двойных жидких системах
6	5	Изучение кристаллизации из раствора при низких температурах
7	6	Изучение зависимости электрической проводимости растворов слабых электролитов от концентрации
8	6	Изучение зависимости электрической проводимости растворов сильных электролитов от концентрации
9	7	Измерение Э.Д.С. химического элемента Якоби-Даниэля. Определение электродных потенциалов
10	7	Определение термодинамических функций реакций, протекающих в окислительно-восстановительных элементах
11	8	Изучение скорости разложения пероксида водорода газометрическим методом
12	9	Изучение скорости реакции йодирования ацетона
13	10	Изучение колебательно-вращательных спектров поглощения двухатомных газов. Расчет момента инерции

		молекулы и равновесного межъядерного расстояния
--	--	---

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу дисциплины;
- подготовку к сдаче *экзамена* и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам 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 дисциплины. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 50 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 10 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы в 5 семестре и 4 контрольные работы в 6 семестре. Максимальная оценка за контрольные работы в 5 и 6 семестрах составляет по 50 баллов.

Первая контрольная работа в 5 семестре проводится по следующим разделам курса: первое и второе начало термодинамики.

Вторая контрольная работа в 5 семестре проводится по следующим разделам курса: химическое равновесие и фазовое равновесие в однокомпонентных системах.

Третья контрольная работа в 5 семестре проводится по следующим разделам курса: растворы неэлектролитов, коллигативные свойства растворов.

Четвертая контрольная работа (первая в 6 семестре) проводится по следующим разделам курса: растворы электролитов.

Пятая контрольная работа (вторая в 6 семестре) проводится по следующим разделам курса: электрохимические системы (цепи).

Шестая контрольная работа (третья в 6 семестре) проводится по следующим разделам курса: формальная кинетика.

Седьмая контрольная работа (четвертая в 6 семестре) проводится по следующим разделам курса: теории химической кинетики, фотохимические и цепные реакции.

Пример задания по контрольной работе №1

№ задания	1	2	3	4	5	6	Σ
Оценка, балл	2,5	3	3	2,5	3	3	17

1. Приведите выражения, соответствующие двум следствиям из закона Гесса на произвольном примере.

2. При температуре 300 К идеальный газ изотермически и обратимо расширяется от 0,01 до 10 м³. Количество поглощенной при этом теплоты равно 17,26 кДж. Сколько молей газа участвует в этом процессе?

3. Температурная зависимость теплоты образования UPb_3 по реакции:
 $U_{(тв)} + 3Pb_{(ж)} = UPb_{3(тв)}$ выражается уравнением:

$$\Delta_r H^\circ = -24.556 + 19.875 \cdot 10^{-6} \cdot T^2 - 20.356 \cdot 10^{-9} \cdot T^3$$

Рассчитайте $\Delta_r C_p^\circ$ для этой реакции при 1000 К, не прибегая к справочным данным.

4. Как зависит от температуры энергия Гиббса системы? Дайте обоснованный ответ.

5. Пользуясь справочными данными, рассчитайте абсолютную энтропию 42 г СО при 500 К и давлении 1, 5 атм. Газ считать идеальным.

6. Рассчитайте изменение энергии Гельмгольца в реакции $C_4H_{10} = C_4H_6 + 2H_2$, протекающей в газовой фазе при 300 К, если тепловой эффект этой реакции при постоянном давлении равен 237 кДж, а изменение энтропии 230 Дж/К.

Пример задания по контрольной работе №2

№ задания	1	2	3	4	5	6	Σ
Оценка, балл	2	3	3	2	3	4	17

1. Какие факторы влияют на константы равновесия K_p и K_c , если реагирующую систему рассматривать как идеальную?

2. Диссоциация четырехоксида азота протекает по уравнению: $N_2O_4 = 2NO_2$. При 298 К и $P = 1,0 \cdot 10^5$ Па N_2O_4 диссоциирует на 18,5%. Рассчитайте степень диссоциации при той же температуре и давлении $0,5 \cdot 10^5$ Па.

3. Определите направление протекания реакции $CH_4 + H_2O_{(г)} = CO + 3H_2$ при 1000 К:

а) в стандартных условиях;

б) при следующих исходных парциальных давлениях реагентов:

$P(CH_4) = 0,203$ атм,

$P(H_2O) = 1,013$ атм,

$P(CO) = 10,13$ атм,

$P(H_2) = 2,026$ атм.

Для расчета константы равновесия воспользуйтесь справочными данными.

4. Что называется «составляющими» системы?

5. При давлении $1,01 \cdot 10^5$ Па в точке плавления ($-38,87$ °С) жидкая ртуть имеет плотность $13,69$ г/см³, а твердая – $14,19$ г/см³. Рассчитайте температуру плавления ртути при давлении $3 \cdot 10^8$ Па, если удельная теплота плавления равна $9,74$ Дж/г.

6. Давление насыщенного пара над H_2SO_4 при 178 °С равно 666 Па, а при $211,5$ °С – 2666 Па. Чему равно давление насыщенного пара над серной кислотой при 300 °С?

Пример задания по контрольной работе №3

№ задания	1	2	3	4	Σ
Оценка, балл	4	4	4	4	16

1. Укажите, какими свойствами и какого компонента – растворителя или растворенного вещества – определяется величина эбуллиоскопической постоянной.

2. Какие из следующих утверждений справедливы для совершенного бинарного раствора при постоянной температуре?

а) закон Рауля соблюдается для каждого компонента раствора: $P_i = P_i^0 x_i$;

б) объем смешения $\Delta V_{см} = 0$;

в) энтропия смешения $\Delta S_{см} = 0$;

г) энергия Гиббса смешения $\Delta G_{см} = 0$;

д) теплота смешения $\Delta H_{см} = 0$.

3. Температура плавления фенола равна 40°C. Раствор, содержащий 0,172 г ацетанилида (C₈H₉ON) в 12,54 г фенола, отвердевает при 39,25°C. Вычислить криоскопическую постоянную фенола и его удельную теплоту плавления. Изотонический коэффициент Вант-Гоффа принять равным единице.

4. При образовании 1 моля раствора Si – Mn, молярная доля кремния в котором равна 0,3, выделилось 28700 Дж теплоты. Парциальная молярная теплота растворения марганца в растворе этого состава равна –3770 Дж/моль. Рассчитайте парциальную молярную теплоту растворения кремния в этом растворе.

Пример задания по контрольной работе №4

№ задания	1	2	3	4	5	Σ
Оценка, балл	2	2,5	2,5	3,5	3,5	14

1. Напишите выражение зависимости эквивалентной электропроводности сильных электролитов от концентрации.

2. Нарисуйте схематически график зависимости среднеионного коэффициента активности сильного электролита от ионной силы раствора (в широком диапазоне концентраций).

3. На основании справочных данных о величине произведения растворимости BaSO₄ рассчитайте растворимость этой соли в воде и в растворе 0,003 M Na₂SO₄ при 298 K.

4. Пользуясь справочными данными о средних ионных коэффициентах активности электролитов для водного раствора ZnCl₂ с моляльностью 3,0 при температуре 25°C вычислите среднюю ионную моляльность, среднюю ионную активность и полную активность электролита.

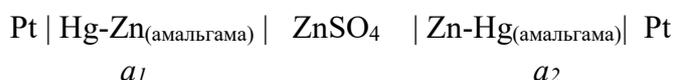
5. Молярная электропроводность при бесконечном разбавлении раствора уксусной кислоты в 1,5 раза больше такой же электропроводности гидроксида аммония. Растворы 0,1M уксусной кислоты и 0,05M гидроксида аммония имеют одинаковую удельную электропроводность. Каково соотношение степеней диссоциации этих электролитов в данных растворах? (Что больше?).

Пример задания по контрольной работе №5

№ задания	1	2	3	4	5	Σ
Оценка, балл	2	2,5	2,5	3,5	3,5	14

1. Запишите уравнение Нернста для потенциала электрода I-го рода. От чего зависит величина и знак потенциала такого электрода?

2. К какому типу относится данный гальванический элемент (химический, концентрационный, с переносом, без переноса)? Напишите уравнение реакции, протекающей в данном элементе.



3. По справочным данным о стандартных электродных потенциалах вычислите

стандартную ЭДС элемента и произведение растворимости при 298 К для AgBr.

4. Пользуясь справочными данными, рассчитайте ЭДС гальванического элемента при 298 К, состоящего из приведенных электродов. Молярные концентрации электролитов в электродах m_1 и m_2 . Ионные коэффициенты активности вычислите по уравнению первого приближения теории Дебая-Хюккеля. Составьте схему гальванического элемента, состоящего из указанных электродов.

Электрод I	m_1	Электрод II	m_2
KCl AgCl Ag	5,00	ZnSO ₄ Zn	0,002

5. Составьте условную запись гальванического элемента без жидкостных соединений («без переноса»), в котором при $T = 298$ К самопроизвольно протекает реакция $Pb + Hg_2Cl_2 = PbCl_2 + 2Hg$. Вычислите стандартную ЭДС элемента, термодинамическую константу равновесия K_a , реакции.

Пример задания по контрольной работе №6

№ задания	1	2	3	4	5	Σ
Оценка, балл	2	2,5	2,5	3,5	3,5	14

1. Зависит ли от исходных концентраций реагирующих веществ период полупревращения для реакции второго порядка. Приведите математическое выражение для случая, когда начальные концентрации реагентов равны.

2. Какими данными надо располагать для расчета максимально возможного количества промежуточного вещества в последовательной реакции первого порядка $A \xrightarrow{k_1} B \xrightarrow{k_2} C$? Как зависит высота максимума кривой $c_B = f(\tau)$ от отношения констант k_2/k_1 ?

3. Для некоторой реакции получены следующие экспериментальные данные:

c_0 , моль/л	0,02	0,04	0,06	0,08
$\tau_{1/2}$, мин	6,3	6,3	6,3	6,3

Можно ли сделать вывод о порядке данной реакции?

4. Реакция термического разложения этана является реакцией первого порядка. При $550^\circ C$ константа скорости реакции равна $2,5 \cdot 10^{-5} c^{-1}$, а при $630^\circ C$ - $141,5 \cdot 10^{-5} c^{-1}$. Рассчитайте энергию активации и предэкспоненциальный множитель уравнения Аррениуса.

5. При смешении равных объемов полумолярных растворов H_2O_2 и $HCOH$, взаимодействующих по уравнению $H_2O_2 + HCHO = HCOOH + H_2O$ через 20 мин. Прореагировало 80% исходных веществ (реакция 2-го порядка). Сколько времени потребуется для того, чтобы реакция прошла на ту же глубину, если растворы исходных реагентов разбавить вдвое, а затем смешать?

Пример задания по контрольной работе №7

№ задания	1	2	3	4	Σ
Оценка, балл	2	2	2	2	8

1. Какие реакции называются цепными? Дайте определение и назовите основные стадии цепного процесса.

2. Что представляет собой активированный комплекс и чем он отличается от активных молекул?

3. Для разложения пероксида ROOR в растворителе SH предполагается следующая последовательность реакций:



Пользуясь методом стационарных концентраций, выведите кинетическое уравнение для скорости разложения пероксида $\frac{d[\text{ROOR}]}{dt}$.

4. Предэкспоненциальный множитель мономолекулярного разложения диацетила при 285 °C равен $8,0 \cdot 10^{15} \text{ c}^{-1}$. Вычислите энтропию активации этой реакции. Трансмиссионный множитель примите равным единице.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины.

Максимальное количество баллов за *экзамен* – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 4 вопроса. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов, вопрос 4 – 10 баллов.

Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (экзамена)

5 семестр

1. Первый закон термодинамики, формулировки и математическое выражение. Внутренняя энергия системы. Теплота и работа как формы передачи энергии. Первый закон термодинамики применительно к изотермическому, изобарному и изохорному процессам.
2. Теплоемкость идеального газа. Изохорная и изобарная молярные теплоемкости. Связь между ними для идеального газа. Зависимость изобарной теплоемкости от температуры и агрегатного состояния вещества.
3. Термохимия. Тепловые эффекты химических реакций при постоянном давлении и постоянном объеме. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса. Стандартные теплоты сгорания и образования. Связь тепловых эффектов химических реакций при постоянном давлении и постоянном объеме. Их использование для нахождения тепловых эффектов химических реакций. Проиллюстрируйте на произвольном примере.

4. Вывод и анализ уравнения Кирхгофа. Использование интегральных форм уравнения для вычисления тепловых эффектов химических процессов при заданной температуре.
5. Второе начало термодинамики. Энтропия, ее основные свойства. Вывод выражения для полного дифференциала энтропии. Расчет изменения энтропии в процессах с участием идеального газа. Зависимость энтропии от параметров состояния. Изменение энтропии в процессе смешения идеальных газов.
6. Зависимость энтропии вещества от температуры. Изобразите схематически график этой зависимости в температурном интервале, включающем в себя температуры плавления и кипения вещества. Графический и аналитический расчет абсолютной энтропии.
7. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Второе начало термодинамики. Математическое выражение 2-го закона термодинамики в изолированной системе. Изобразите характер изменения энтропии в самопроизвольном процессе, протекающем в изолированной системе.
8. Объединенное уравнение I и II законов термодинамики. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца, свойства.
9. Вывод выражения для полного дифференциала энергии Гиббса. Зависимость энергии Гиббса от давления и температуры.
10. Вывод выражения для полного дифференциала энергии Гельмгольца. Зависимость энергии Гельмгольца от температуры и объема.
11. Равновесный выход химической реакции. Выразите в общем виде константу равновесия K_p для реакции через равновесное количество молей аммиака, равное X , и общее давление в системе P , если для проведения реакции исходные вещества взяты в стехиометрических количествах.
12. Термодинамическая и эмпирическая константы химического равновесия. Методы расчета константы равновесия при $T \neq 298K$.
13. Влияние общего давления и примеси инертного газа на равновесный выход продуктов реакции. Рассмотрите на произвольном примере газофазной реакции.
14. Влияние температуры на химическое равновесие. Вывод и анализ уравнения изобары Вант-Гоффа. Приближенное и уточненное интегрирование уравнения. Приведите пример химической реакции, для которой константа равновесия возрастает (убывает) с увеличением температуры.
15. Особенности химического равновесия в гетерогенных системах. Примеры выражения константы химического равновесия для гетерогенных реакций. Влияние давления и добавок инертного газа на сдвиг химического равновесия.
16. Определение среднего и истинного теплового эффекта химической реакции на основании экспериментальных данных о зависимости константы равновесия от температуры. Аналитические и графические методы.
17. Фазовые переходы первого рода. Основные понятия: фаза, составляющее систему вещество, независимый компонент, число степеней свободы. Правило фаз Гиббса. Фазовая диаграмма однокомпонентной системы, описание кривых и характерных точек диаграммы. Применение правила фаз к диаграмме. Какое максимальное число фаз может находиться в равновесии в однокомпонентной системе?

18. Фазовые равновесия в однокомпонентной системе. Диаграмма состояния с тройной точкой. Описание кривых и характерных точек на диаграмме. Правило фаз Гиббса.
19. Интегральные формы уравнения Клапейрона-Клаузиуса. Приведите уравнения, выражающие зависимость давления насыщенного пара над жидкой фазой от температуры при условиях: а) $\Delta H \neq f(T)$, б) $\Delta c = \Delta a + \Delta \epsilon T$. Какому из приведенных выше условий отвечает линейная зависимость в координатах $\ln P = f(1/T)$? Пар считать идеальным газом.
20. Дайте определение температуры кипения жидкости. Зависимость теплоты испарения от температуры. Графическое представление указанной зависимости. Укажите область температур, для которой можно пренебречь влиянием температуры на теплоту испарения.
21. Диаграммы кипения бинарных систем с полной взаимной растворимостью компонентов. Законы Гиббса-Коновалова. Применение правила фаз к исследованию диаграмм кипения.
22. Равновесие “жидкость-пар” в двухкомпонентных системах. Диаграммы “давление-состав”, “температура-состав”, “состав пара-состав жидкости” для систем с положительными отклонениями от закона Рауля.
23. Диаграмма состояния двухкомпонентной системы А – В характеризуется минимумом на кривой «температура-состав». Компонент А является менее летучим, чем вещество В. Описание линий и полей диаграммы. Укажите составы дистиллята и кубового остатка при ректификации жидкой смеси, с большим (меньшим) содержанием компонента А по сравнению с азеотропной смесью.
24. Основы разделения жидких бинарных смесей перегонкой и ректификацией. Возможно ли двухкомпонентную систему, характеризующуюся наличием азеотропа (состав не совпадает с азеотропным), разделить на чистые компоненты? Приведите пояснение.
25. Парциальные молярные свойства (величины) компонентов раствора. Связь парциальных молярных свойств с общим свойством и составом системы. Уравнения Гиббса-Дюгема.
26. Идеальные растворы. Свойства. Функции смешения. Уравнения для расчета энергии Гиббса и энтальпии смешения при образовании идеальных растворов из чистых компонентов. Приведите примеры систем, представляющих практически идеальный раствор в жидкой фазе.
27. Активность, коэффициент активности компонента раствора. Экспериментальное определение коэффициента активности компонента раствора по величине давления его насыщенного пара.
28. Предельно разбавленные растворы. Законы Рауля и Генри, их применимость для описания зависимости давления насыщенного пара от состава раствора. Уравнения для химического потенциала растворителя и растворенного вещества.
29. Осмос, осмотическое давление. Причины, вызывающие переход растворителя через полупроницаемую перегородку. Уравнение, связывающее осмотическое давление с концентрацией раствора. Определения молярной массы растворенного вещества по данным измерения осмотического давления.
30. Коллигативные свойства растворов нелетучих веществ в летучем растворителе. Эбулиоскопический и криоскопический методы определения молярной массы растворенного вещества.

6 семестр

1. Растворы сильных электролитов. Основные положения теории Дебая-Хюккеля. Зависимость среднего ионного коэффициента активности от ионной силы раствора в разбавленных и концентрированных растворах сильных электролитов.
2. Зависимость электропроводности растворов сильных электролитов от концентрации. Электрофоретический и релаксационный эффекты снижения электропроводности. В каких опытах подтверждается наличие или отсутствие этих эффектов торможения?
3. Растворы сильных электролитов. Основные положения теории Дебая-Хюккеля. Зависимость среднего ионного коэффициента активности от ионной силы раствора в разбавленных и концентрированных растворах сильных электролитов.
4. Ионная сила раствора. Влияние посторонних электролитов на средний ионный коэффициент активности данного сильного электролита. Правило ионной силы раствора Льюиса-Рендала, область его применимости.
5. Молярная и удельная электрические проводимости растворов электролитов, понятие, единицы измерения.
6. Зависимость молярной и удельной электропроводностей от концентрации, температуры и природы растворителя. Объясните характер указанных зависимостей для слабых и сильных электролитов.
7. Растворы слабых электролитов. Основные положения теории Аррениуса. Вывод и анализ закона разведения Оствальда для электролита валентного типа 1:1.
8. Влияние концентрации и температуры на константу диссоциации и степень диссоциации слабых электролитов. Зависимость электропроводности растворов слабых электролитов от концентрации.
9. Молярная и удельная электрические проводимости растворов электролитов, понятие, единицы измерения. Зависимость молярной и удельной электропроводностей от концентрации и природы растворителя.
10. Приведите аналитические выражения двух законов Кольрауша: уравнения квадратного корня, $\Lambda = f(\sqrt{c})$, и закона независимого движения ионов. Для каких электролитов (слабых или сильных) и при каких условиях справедливы эти выражения?
11. Классификация гальванических элементов. Химические гальванические элементы, понятие и примеры.
12. Нормальный элемент Вестона: устройство элемента, электродные полуреакции, уравнение самопроизвольной реакции, уравнение Нернста, области его применения.
13. Концентрационные цепи. Уравнение Нернста для концентрационного элемента, составленного из двух амальгамных электродов.
14. Зависимость ЭДС от активностей участников электрохимической реакции, протекающей в гальваническом элементе. Вывод и анализ уравнения Нернста.
15. Элемент Даниэля-Якоби: устройство элемента, электродные полуреакции, уравнение самопроизвольной реакции, уравнение Нернста.
16. Концентрационные цепи. Уравнение Нернста для концентрационного элемента, составленного из двух амальгамных электродов.
17. Классификация электродов. Газовые электроды определение, примеры. Вывод и анализ уравнений, выражающих зависимость потенциала водородного и хлорного

- электродов от активности ионов и давления газа. Схема и область применения водородного электрода.
18. Классификация электродов. Электроды второго рода, определение примеры. Запишите электродную реакцию и уравнение Нернста для выбранного электрода.
 19. Влияние концентрации потенциалопределяющих ионов, рН и ионной силы раствора на потенциал электрода. Каломельный электрод: схема электрода, электродные полуреакции, приготовление, область применения.
 20. Классификация электродов. Окислительно-восстановительные электроды: определение, примеры, электродные полуреакции. Вывод и анализ уравнения Нернста для электродов данного типа.
 21. Хингидронный электрод: схема электрода, электродные полуреакции, приготовление, область применения.
 22. Вывод и анализ интегральной формы кинетического уравнения необратимой гомогенной реакции 0-го порядка. Изобразите схематически кинетические кривые для исходного вещества и продукта реакции, а также приведите математические выражения, описывающие ход этих кривых. Выведите выражение для времени полупревращения исходного вещества.
 23. Вывод и анализ интегральной формы кинетического уравнения необратимой гомогенной реакции 1-го порядка. Изобразите схематически кинетические кривые для исходного вещества и продукта реакции, а также приведите математические выражения, описывающие ход этих кривых. Выведите выражение для времени полупревращения исходного вещества.
 24. Необратимые гомогенные реакции 2-го порядка с равными начальными концентрациями реагентов. Вывод интегральной формы кинетического уравнения. Кинетическая кривая, уравнение кинетической кривой. Приведите дифференциальную и интегральную формы (без вывода) кинетического уравнения односторонней гомогенной реакции второго порядка « $A + B \rightarrow \text{продукты}$ », протекающей при постоянных температуре и объеме, если концентрации реагирующих веществ А и В в момент начала реакции не равны друг другу.
 25. Вывод и анализ интегральной формы кинетического уравнения необратимой гомогенной реакции 3-го порядка. Изобразите схематически кинетические кривые для исходного вещества и продукта реакции, а также приведите математические выражения, описывающие ход этих кривых. Выведите выражение для времени полупревращения исходного вещества.
 26. Параллельные реакции первого порядка. Запишите систему дифференциальных кинетических уравнений, описывающую параллельные гомогенные реакции первого порядка $A \rightarrow B$, $A \rightarrow D$ с константами скорости k_1 и k_2 соответственно. Вывод уравнений, позволяющих провести расчет констант скорости обеих параллельных реакций. Как меняется соотношение между концентрациями продуктов реакции по мере ее протекания.
 27. Принцип независимости протекания элементарных реакций. Обратимые реакции первого порядка, система дифференциальных уравнений, описывающих скорости элементарных стадий и процесса в целом. Вывод уравнений, позволяющих провести расчет констант скорости обеих реакций. Возможные виды кинетических кривых для

исходного вещества и продукта реакции в зависимости от соотношения констант скорости прямой и обратной реакций.

28. Влияние температуры на скорость химической реакции. Правило Вант-Гоффа. Температурный коэффициент константы скорости реакции (коэффициент Вант-Гоффа), характер его изменения с повышением температуры.
29. Уравнение Аррениуса. Методы определения энергии активации и предэкспоненциального множителя. Получите выражение, устанавливающее связь коэффициента Вант-Гоффа с эффективной энергией активации химической реакции.
30. Изложите основные положения и этапы вывода кинетического уравнения теории активных (бинарных) соударений (ТАС). Приведите основное уравнение теории для случая взаимодействия одинаковых молекул и назовите входящие в него величины.
31. Константа скорости бимолекулярной реакции, предэкспоненциальный множитель (фактор соударений), энергия активации. Стерический фактор, необходимость его введения в кинетическое уравнение теории.
32. Изложите основные положения теории переходного состояния, сопровождая их соответствующей кинетической схемой. Определите смысл понятий «активированный комплекс», «координата реакции», «истинная энергия активации», в терминах теории переходного состояния.
33. Кинетика мономолекулярных реакций в рамках теории активных соударений. Схема Линдемана. Поясните, при каких условиях реакция разложения в газовой фазе при термическом механизме активации протекает по первому порядку, а при каких – по второму.

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

8.3. Структура и примеры билетов для экзамена

Экзамен по дисциплине «*Физическая химия*» проводится в 5 и 6 семестрах и включает контрольные вопросы по разделам 1, 2, 3 и 4 (в 5 семестре) и по разделам 5, 6, 7 и 8 (в 6 семестре) учебной программы дисциплины.

Билет для *экзамена* в 5 семестре состоит из 4 вопросов, относящихся к 1, 2, 3 и 4 разделам дисциплины. Ответы на вопросы *экзамена* оцениваются из максимальной оценки 10 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 10 баллов, второй – 10 баллов, третий – 10 баллов, четвертый вопросы – 10 баллов.

Пример билета для *экзамена в 5 семестре*:

<p>«Утверждаю» Зав. кафедрой физической химии</p> <p>_____ <i>О.А. Райтман</i> (Подпись)</p> <p>« ____ » _____ 20__ г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра физической химии</p>
	<p>18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий</p>
	<p>Физическая химия</p>
<p>Билет № 1</p>	
<p>1. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Диаграмма состояния. Вывод и анализ уравнения Клапейрона-Клаузиуса.</p>	
<p>2. Идеальные растворы. Свойства. Функции смешения.</p>	
<p>3. Представьте графическую зависимость константы равновесия экзотермической химической реакции от температуры в координатах $\ln K_a = f(1/T)$. Поясните, как на основе указанной зависимости рассчитать средний тепловой эффект химической реакции.</p>	
<p>4. 77 граммов четыреххлористого углерода испаряются при нормальной температуре кипения, а затем изотермически расширяются до давления в 2 раза ниже начального. Рассчитайте изменение энергии Гельмгольца в данном процессе.</p>	

Билет для *экзамена* в 6 семестре состоит из 4 вопросов, относящихся к 5, 6, 7 и 8 разделам дисциплины. Ответы на вопросы *экзамена* оцениваются из максимальной оценки 10 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 10 баллов, второй – 10 баллов, третий – 10 баллов, четвертый вопросы – 10 баллов.

Пример билета для *экзамена в 6 семестре*:

<p>«Утверждаю» Зав. кафедрой физической химии</p> <p>_____ <i>О.А. Райтман</i> (Подпись)</p> <p>« ____ » _____ 20__ г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра физической химии</p>
	<p>18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий</p>
	<p>Физическая химия</p>
<p>Билет № 1</p>	
<p>1. Односторонние реакции нулевого порядка. Вывод уравнения для расчета константы скорости реакции. Определение константы скорости из экспериментальных данных</p>	

(графический метод). Период полупревращения.

2. Основные положения теории Дебая-Хюккеля. Зависимость коэффициента активности иона от ионной силы раствора. Предельный закон Дебая-Хюккеля.
3. Хлоридсеребряный электрод. Вывод уравнения Нернста для расчёта его потенциала. Область применения хлоридсеребряного электрода.
4. Сосуд, объемом 200 см^3 , содержащий водород и хлор, подвергли действию видимого света с длиной волны $\lambda = 420 \text{ нм}$ при $t = 25^\circ \text{C}$. Интенсивность поглощения света $I = 2,0 \cdot 10^{-6} \text{ Дж/с}$. При облучении реакционной в течение полутора минут парциальное давление водорода снизилось со 150 до 100 мм Hg . Определите квантовый выход реакции синтеза хлористого водорода.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. Вишняков А.В., Кизим Н.Ф. Физическая химия для бакалавров. Тула: Аквариус, 2014. 660 с.
2. Вишняков А.В., Кизим Н.Ф. Физическая химия. Тула: Гриф и Компания, 2011. 1030 с.
3. Мерещкий А.М., Белик В.В. Растворы электролитов. М:
4. РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2013. 126 с.
5. Мерещкий А.М., Белик В.В. Основы электрохимической термодинамики. М: РХТУ им. Д.И.Менделеева. 2011. 179 с.
6. Краткий справочник физико-химических величин / Ред. А.А. Равдель, Ред. А.М. Пономарева. – 9-е изд. – СПб.: Специальная литература, 1999. – 232 с.
7. Кудряшов, И. В. Сборник примеров и задач по физической химии [Текст] : учебное пособие для хим.-технолог. Спец-тей вузов / И.В. Кудряшов , Г.С. Каретников. – 6-е изд., перераб. И доп. – М.: Высшая школа, 1991. – 527 с.

Б) Дополнительная литература :

1. Мерещкий А.М. Физическая химия. Вопросы и задания для самостоятельной работы студентов. М: РХТУ им. Д.И.Менделеева. 2015. 30 с.
2. Герасимов Я.И., Древинг В.П. и др. Курс физической химии. М.: Химия. 1969, т.1, 624 с.; 1973, т. 2, 623 с.
3. Фролов Ю.Г., Белик В.В. Физическая химия. М.: Химия, 1993. 464 с.
4. Вишняков А.В. Начальный курс физической химии. Химическая термодинамика. М.:МХТИ им. Д.И.Менделеева 2001. 157 с.
5. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. М.: Высшая школа, 2009. 479 с.
6. Кизим, Н. Ф. Физическая химия. Неравновесные явления в растворах электролитов и электрохимические системы: учебное пособие / Н. Ф. Кизим. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2008. – 272 с.
7. Электрохимия, кинетика и катализ. Вопросы и задания для самостоятельной работы студентов: учебное пособие / сост. А. М. Мерещкий. – М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 29 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

1. Журнал физической химии. ISSN: 0044-4537.
<https://www.naukaran.com/zhurnali/katalog/zhurnal-fizicheskoy-himii/>
2. Журнал «Химическая физика»
<http://j.chph.ru>
3. Журнал «Теоретические основы химической технологии»
<http://sciencejournals.ru/journal/toht/>

- Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет
- Издательство ELSEVIER на платформе Science Direct
<http://www.sciencedirect.com>.
 - Издательство American Chemical Society (ACS)
<http://pubs.acs.org>.
 - Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии.
<https://arxiv.org/>
 - Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для освоения рабочей программы дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения дисциплины:

- видеозаписи интерактивных лекций – 32;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 320);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 850).

Для освоения дисциплины в дистанционном режиме преподаватели могут использовать следующие средства коммуникации со студентами:

- электронная информационно-образовательная среда (ЭИОС);
- корпоративная электронная почта;
- <https://etutorium.ru/> – LMS eTutorium;
- <https://zoom.us/> – LMS Zoom.

10. 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 01.01.2022 составляет 1 716 243 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Физическая химия*» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. 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 меловой доской и учебной мебелью.

Учебные лаборатория физико-химических методов анализа, лаборатория электрохимии, лаборатория спектрохимии, лаборатория термохимии и лаборатория кинетики оснащены необходимой лабораторной мебелью и установками, обеспечивающими выполнение лабораторных работ в соответствии с учебным планом.

Установки (приборы): термостаты, плитки электрические, поляриметры, дифрактометр, эбуллиоскоп, криостаты, кондуктометры, рН-метры, бани водяные с подогревом, фотоколориметры, термометры термометры Бекмана, магнитные мешалки, стабилизатор напряжения, вольтметры, весы электронные, насосы вакуумные, манометр ртутный. рН-метр –милливольтметр рН-420, аквадистиллятор АЭ-25 ООО «Ливам ПФ», весы порционные AND НТ-500, ионметр И-510, комплекс аппаратно-программный на базе газового хроматограф с пламенно-ионизационным детектором и детектором по теплопроводности «Хроматэк-Кристалл 5000», мешалка лабораторная верхнеприводная STEGLER MB-6, мешалка магнитная STEGLER YS подогревом, мешалка магнитная Таглер ММ - 135 бе– подогрева TAGLER, одноступенчатый вакуумный насос STEGLER 2VP-2, спектрофотометр однолучевой СФ-104 с разделением светового потока сканирующий, спектрофотометр однолучевого СФ-102 с разделением светового потока сканирующий, столик подъемный лабораторный металлический (тип 1) НВ-150 STEGLER, сушилка для пробирок (тип 2) 0362В (полипропилен) STEGLER, титратор потенциометрический автоматический АТП-02, шкаф сушильный (тип 1) ШС-20-02 СПУ мод. 2202 ОАО «Смоленское СКТБ СПУ».

11.2. Учебно-наглядные пособия

Презентации лекционного материала.

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

Для чтения курса лекций имеются компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства; подключение к локальной сети с выходом в Интернет.

Для самостоятельной работы каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к нескольким электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам), содержащим все издания основной литературы, перечисленные в рабочей программе дисциплины, сформированным на основании прямых договорных отношений с правообладателями.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине, методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, технологические справочники; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт №62-64ЭА/2013	5	бессрочно
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	5	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Химическая термодинамика</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные законы физической химии, взаимосвязь физических и химических характеристик процесса; – пути определения важнейших характеристик химического равновесия (константы равновесия, равновесного выхода продукта, степени превращения исходных веществ) и влияния различных факторов на смещение химического равновесия; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии при решении профессиональных задач; – предсказывать и находить оптимальные условия проведения химического процесса с целью получения максимально возможного выхода интересующего продукта; – проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – комплексом современных теоретических методов физической химии для решения конкретных исследовательских задач; – навыками определения состояния равновесия и самопроизвольного направления химического процесса; – знаниями основных законов физической химии для содержательной интерпретации термодинамических расчётов. 	<p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за <i>экзамен в 5 семестре</i></p>
<p>Раздел 2. Фазовые равновесия в однокомпонентных</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные законы физической химии, взаимосвязь физических и химических характеристик процесса. 	<p>Оценка за контрольную работу №2</p>

<p>системах</p>	<p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии при решении профессиональных задач; – проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – комплексом современных теоретических методов физической химии для решения конкретных исследовательских задач; – навыками определения состояния равновесия и самопроизвольного направления химического процесса; – знаниями основных законов физической химии для содержательной интерпретации термодинамических расчётов. 	<p>Оценка за <i>экзамен в 5 семестре</i></p>
<p>Раздел 3. Термодинамическая теория растворов</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные законы физической химии, взаимосвязь физических и химических характеристик процесса; – термодинамическое описание свойств идеальных и неидеальных растворов, подходы к нахождению парциальных молярных величин компонентов раствора. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии при решении профессиональных задач; – проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – комплексом современных теоретических методов физической химии для решения конкретных исследовательских задач; – знаниями основных законов физической химии для содержательной интерпретации термодинамических расчётов. 	<p>Оценка за контрольную работу №3</p> <p>Оценка за <i>экзамен в 5 семестре</i></p>

<p>Раздел 4. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные законы физической химии, взаимосвязь физических и химических характеристик процесса. – термодинамическое описание свойств идеальных и неидеальных растворов, подходы к нахождению парциальных молярных величин компонентов раствора. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии при решении профессиональных задач; – проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – комплексом современных теоретических методов физической химии для решения конкретных исследовательских задач; – знаниями основных законов физической химии для содержательной интерпретации термодинамических расчётов. 	<p>Оценка за экзамен в 5 семестре</p>
<p>Раздел 5. Растворы электролитов</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные законы физической химии, взаимосвязь физических и химических характеристик процесса; – термодинамическое описание свойств идеальных и неидеальных растворов, подходы к нахождению парциальных молярных величин компонентов раствора. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии при решении профессиональных задач; – проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – комплексом современных теоретических методов физической химии для решения конкретных исследовательских задач. 	<p>Оценка за контрольную работу №4</p> <p>Оценка за экзамен в 6 семестре</p>

<p>Раздел 6. Электрохимические системы (цепи)</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные законы физической химии, взаимосвязь физических и химических характеристик процесса; – теорию гальванических явлений. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии при решении профессиональных задач; – проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – комплексом современных теоретических методов физической химии для решения конкретных исследовательских задач; – навыками определения состояния равновесия и самопроизвольного направления химического процесса; – навыками составления гальванических элементов для целей определения термодинамических характеристик и констант равновесия исследуемой реакции. 	<p>Оценка за контрольную работу №5</p> <p>Оценка за <i>экзамен в 6 семестре</i></p>
<p>Раздел 7. Химическая кинетика</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные законы физической химии, взаимосвязь физических и химических характеристик процесса; – пути определения важнейших характеристик химического равновесия (константы равновесия, равновесного выхода продукта, степени превращения исходных веществ) и влияния различных факторов на смещение химического равновесия; – теории кинетики, пути теоретического расчета скоростей химических реакций и ограничения в применимости расчетных методов. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии при решении профессиональных задач; 	<p>Оценка за контрольные работы №6 и №7</p> <p>Оценка за <i>экзамен в 6 семестре</i></p>

	<ul style="list-style-type: none"> – предсказывать и находить оптимальные условия проведения химического процесса с целью получения максимально возможного выхода интересующего продукта; – проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов. – применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии для решения вопросов, возникающих при изучении кинетики химических реакций. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – комплексом современных теоретических методов физической химии для решения конкретных исследовательских задач; – методами определения порядка и скорости реакции, установления лимитирующей стадии и механизма изучаемой химической реакции; – знаниями основных законов химической кинетики, влияния различных факторов (температуры, давления, катализатора) на скорость химической реакции. 	
<p>Раздел 8. Катализ</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные законы физической химии, взаимосвязь физических и химических характеристик процесса; – пути определения важнейших характеристик химического равновесия (константы равновесия, равновесного выхода продукта, степени превращения исходных веществ) и влияния различных факторов на смещение химического равновесия; – основные черты гомогенного и гетерогенного катализа, причины ускорения химического процесса в присутствии катализатора. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии при решении 	<p>Оценка за <i>экзамен в 6 семестре</i></p>

	<p>профессиональных задач;</p> <ul style="list-style-type: none"> – предсказывать и находить оптимальные условия проведения химического процесса с целью получения максимально возможного выхода интересующего продукта; – проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов. – применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии для решения вопросов, возникающих при изучении кинетики химических реакций. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – комплексом современных теоретических методов физической химии для решения конкретных исследовательских задач; – методами определения порядка и скорости реакции, установления лимитирующей стадии и механизма изучаемой химической реакции; – знаниями основных законов химической кинетики, влияния различных факторов (температуры, давления, катализатора) на скорость химической реакции. 	
--	---	--

13. 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;

– 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 «*Физическая химия*»
основной образовательной программы

18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий

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.
5.		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»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

« 25 » мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»
Специальность 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий»**

**Специализация «Химическая технология
органических соединений азота»**

Квалификация «Инженер»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«25» мая 2022 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена д.х.н., проф. кафедры аналитической химии В.В. Кузнецовым, к.п.н., доц. кафедры аналитической химии Е.В. Крыловой, к.х.н., доц. кафедры аналитической химии С.В. Земятовой, ст. преп. кафедры аналитической химии Е.Г. Шалимовой.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры аналитической химии «12» мая 2022 г., протокол №10

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для направления подготовки 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий», специализация «Химическая технология органических соединений азота» рекомендациями методической секции Ученого совета и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой аналитической химии РХТУ имени Д.И. Менделеева. Программа реализуется в течение двух семестров – в 3 и 7 семестрах.

Дисциплина «*Аналитическая химия и физико-химические методы анализа*» относится к базовой части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, физики, общей и неорганической химии.

Цель дисциплины – приобретение обучающимися знаний по основным группам методов химического и физико-химического анализа, наиболее широко применяемых в промышленности и исследовательской работе, а также компетенций, необходимых химикам-технологам всех специальностей для решения конкретных задач химического анализа.

Задачи дисциплины – изучение теоретических основ химических и физико-химических методов анализа; ознакомление с принципами работы основных приборов в физико-химических методах; изучение метрологических основ аналитической химии; ознакомление с методами, широко используемыми в современной аналитической практике.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучения дисциплины направлено на приобретение следующих общепрофессиональных компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций ОПК	Код и наименование компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения
Естественнонаучная подготовка	ОПК-1 Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-1.3 Знает основные этапы качественного и количественного химического анализа, теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа, методы метрологической обработки результатов анализа ОПК-1.11 Умеет выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов

		аналитических определений ОПК-1.20 Владеет методами проведения химического анализа и метрологической оценки его результатов
--	--	--

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные понятия, термины, методы и приемы качественного и количественного химического анализа,
- теорию химических и физико-химических методов анализа,
- принципы работы основных приборов в физико-химических методах;

Уметь:

- применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач;

Владеть:

- пониманием целей и алгоритмов химического анализа,
- способами решения аналитических задач,
- оценкой возможностей каждого метода анализа,
- основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа;
- приемами интерпретации результатов анализа на основе квалитетических оценок;
- методологией методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике;
- системой выбора метода качественного и количественного химического анализа.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины								
	Всего			3 семестр			7 семестр		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	9	324	243	4	144	108	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	4,47	160,8	120,6	1,78	64	48	2,67	96	72
Лекции	0,89	32	24	0,44	16	12	0,44	16	12
Лабораторные занятия (ЛР)	3,58	128,8	96,6	1,33	48	36	2,22	80	60
Практические занятия (ПЗ)	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Самостоятельная работа:	4,56	164	123	2,22	80	60	2,33	84	63
Контактная самостоятельная работа	4,53	0,8	0,6	2,21	0,4	0,3	2,32	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		163,2	122,4		79,6	59,7		83,6	62,7
Вид итогового контроля:				Зачет с оценкой			Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лекции	Практ. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
Семестр 3						
	Введение в современную аналитическую химию	2,5	0,5	–	–	2
1.	Раздел 1. Идентификация ионов элементов в растворах	23,5	3,5	–	12	8
1.1.	Аналитическая химия как основа методов изучения и контроля химического состава веществ	4,5	0,5	–	3	1
1.2.	Задачи и объекты химического анализа	3,5	0,5	–	2	1
1.3.	Химические равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, применяемых в аналитической химии	10,5	1,5	–	5	4
1.4.	Органические аналитические реагенты в анализе неорганических веществ	5	1	–	2	2
2.	Раздел 2. Характеристика методов количественного анализа	118	12	–	36	70
2.1.	Реакции осаждения в количественном анализе. Гравиметрический анализ	7	1	–	–	6
2.2.	Использование других реакций в аналитической химии. Титриметрические методы анализа	111	11	–	36	64
ИТОГО в 3 семестре		144	16	–	48	80

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лекции	Практ. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
Семестр 7						
	Введение в ФХМА	2,5	0,5	–	–	2
3.	Раздел 3. Спектральные методы анализа	54	4	–	25	25
4.	Раздел 4. Электрохимические методы анализа	61	6	–	25	30
5.	Раздел 5. Хроматографические методы. Автоматизация методов химического анализа	62,5	5,5	–	30	27
5.1.	Хроматографические методы	61	5	–	30	26
5.2.	Автоматизация аналитических определений	1,5	0,5	–	-	1
ИТОГО в 7 семестре		180	16	–	80	84
ИТОГО		324	32	–	128	164

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение в современную аналитическую химию

Раздел 1. Идентификация ионов элементов в растворах

1.1. Аналитическая химия как основа методов изучения и контроля химического состава веществ в материальном производстве, научных исследованиях, в контроле объектов окружающей среды.

Виды анализа. Аналитический сигнал как носитель качественной и количественной информации об объекте анализа. Химические, физико-химические методы анализа, их взаимосвязь, соотношение и применение. Аналитическая форма и аналитические признаки. Системный подход к анализу смесей элементов. Современные физико-химические методы идентификации элементов и соединений. Примеры решения задач аналитического контроля в химической технологии, в анализе объектов окружающей среды и др.

1.2. Задачи и объекты химического анализа.

Элементный, молекулярный, фазовый и изотопный анализ. Количественный и качественный анализ органических и неорганических веществ. Специфика аналитических реакций, используемых в анализе органических соединений. Основные требования, предъявляемые к методам химического анализа. Групповые, общие, частные, характерные и специфичные реакции. Пути повышения избирательности аналитических реакций.

Метрологические основы аналитических методов. Основные источники погрешностей результатов анализа и способы их оценки. Общая характеристика химического анализа как измерительного процесса. Основные аналитико-метрологические характеристики методов и результатов анализа, способы их оценки: предел обнаружения, коэффициент чувствительности, нижняя и верхняя граница определяемых содержаний, селективность, прецизионность в условиях сходимости (повторяемости) и воспроизводимости, правильность, экспрессность. Сравнение методов по их аналитико-метрологическим характеристикам.

Выбор метода анализа. Постановка аналитической задачи. Критерии выбора метода анализа. Составление рациональной схемы анализа с учетом свойств объекта анализа и операций по подготовке пробы к анализу, требований к результату анализа и его стоимости. Методы разделения и концентрирования. Гибридные методы анализа. Особенности определения малых содержаний неорганических и органических веществ. Алгоритм проведения анализа: отбор средней пробы, подготовка пробы к анализу, измерение аналитического сигнала и его метрологическая оценка, расчет результатов анализа и их интерпретация.

1.3. Химические равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, применяемых в аналитической химии.

Основные типы реакций, применяемых в аналитической химии (осаждения, кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления). Состояние ионов элементов в растворах. Константы равновесия аналитических реакций: термодинамические, концентрационные, условные. Факторы, влияющие на химическое равновесие (комплексообразование, образование малорастворимых соединений, изменение степени окисления определяемого иона, влияние природы растворителя, ионной силы, температуры, состава раствора).

Равновесия в аналитически важных протолитических системах. Константы кислотности и основности. Уравнения материального баланса реагентов системы. Вычисление рН растворов кислот и оснований различной силы, смесей кислот и оснований. Химические и физико-химические способы определения рН растворов. Буферные растворы, используемые в химическом анализе: их состав, свойства (буферная емкость, область буферирования), расчет рН, применение в аналитической химии.

Аналитические реакции комплексообразования, осаждения, окисления-восстановления. Равновесия аналитических реакций комплексообразования и управление ими. Общие, ступенчатые и условные константы устойчивости комплексных соединений. Расчет коэффициентов побочных реакций. Использование реакций комплексообразования в аналитической химии (обнаружение и количественное определение, маскирование, концентрирование). Использование реакций осаждения в аналитических целях и их характеристика. Константа равновесия реакций осаждения-растворения; факторы, влияющие на растворимость осадков. Расчет условий осаждения и растворения осадков. Окислительно-восстановительные равновесия. Стандартный, и реальный окислительно-восстановительные потенциалы. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Константа равновесия и ее химико-аналитическое значение.

1.4. Органические аналитические реагенты в анализе неорганических веществ.

Органические соединения, применяемые в химическом анализе. Органические аналитические реагенты (ОР). Классификация ОР по типу реакций с неорганическими ионами. Комплексообразующие ОР и строение их молекул: функционально-аналитическая и аналитико-активная группы. Особенности и преимущества использования ОР, области применения. Теория действия комплексообразующих ОР: учет ионного состояния ОР и металла. Гипотеза аналогий и практические выводы из нее. Природа химической связи в комплексах ОР с ионами металлов и ее проявление в цветности комплексов. Реакции ОР с хромофорными элементами. ОР-осадители. Растворимость ОР и их комплексов с ионами металлов в воде и в органических растворителях. Применение ОР для аналитического концентрирования.

Раздел 2. Характеристика методов количественного анализа

Методы количественного анализа. Принципы и задачи количественного анализа. Классификация методов количественного анализа. Требования, предъявляемые к химическим реакциям в количественном анализе. Этапы количественного определения. Характеристика результатов количественного химического анализа. Определение содержания вещества в растворе, расчетные формулы. Способы представления результатов анализа. Примеры применения методов математической статистики для оценки результатов анализа. Правильность и прецизионность результатов анализа.

2.1. Реакции осаждения в количественном анализе. Гравиметрический анализ. Сущность гравиметрического анализа. Осаждаемая и гравиметрическая формы; требования, предъявляемые к ним. Важнейшие операции (этапы) гравиметрического анализа. Процесс образования осадков. Факторы, влияющие на полноту осаждения. Выбор осаждающего реагента. Неорганические и органические осадители в гравиметрическом анализе. Теоретическое обоснование выбора оптимальных условий осаждения кристаллических и аморфных осадков. Виды загрязнения осадков и способы их очистки. Получение гравиметрических форм. Источники погрешностей, точность и пути повышения точности гравиметрических определений. Вычисления в гравиметрическом анализе. Конкретные примеры практических определений. Достоинства и недостатки гравиметрического метода анализа. Осадительное титрование.

2.2. Использование других реакций в аналитической химии. Титриметрические методы анализа. Принцип титриметрии. Титрование и его этапы. Графическое изображение процесса титрования – кривые титрования, их виды. Скачок на кривой титрования, точка эквивалентности (Т.Э.) и конечная точка титрования (К.Т.Т.). Первичные и вторичные стандарты. Приемы титриметрического анализа: прямое и обратное титрование, косвенные методы. Метрологическая характеристика титриметрических методов. Типы реакций, используемых в титриметрическом анализе; требования, предъявляемые к ним. Классификация титриметрических методов анализа.

2.2.1. Методы кислотно-основного титрования. Сущность метода кислотно-основного титрования. Кривые кислотно-основного титрования. Расчет и построение теоретических кривых титрования сильных и слабых одноосновных протолитов. Факторы, влияющие на величину скачка на кривых кислотно-основного титрования. Способы установления конечной точки титрования. Кислотно-основные индикаторы, интервал перехода окраски индикатора, показатель титрования (pT). Правило выбора индикатора для конкретного случая титрования. Индикаторные погрешности и их оценка. Практическое применение метода кислотно-основного титрования. Использование неводных растворителей в кислотно-основном титровании.

2.2.2. Комплексометрическое титрование. Использование комплексообразования в химическом анализе. Неорганические и органические лиганды. Комплексоны и их свойства. Особенности реакции комплексообразования (хелатообразования) ионов металлов с ЭДТА. Условные константы устойчивости комплексонов и их практическое использование. Обоснование выбора оптимальных условий комплексометрического титрования. Кривые комплексометрического титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривых титрования. Способы установления Т.Э. и К.Т.Т. Металлохромные индикаторы, принцип их действия. Выбор индикатора для конкретного случая титрования. Аналитические возможности метода комплексометрического титрования. Применение комплексонов в аналитической химии в качестве маскирующих агентов.

2.2.3. Методы окислительно-восстановительного титрования. Общая характеристика методов окислительно-восстановительного титрования. Окислительно-восстановительный потенциал и окислительно-восстановительная реакция. Факторы, влияющие на величину окислительно-восстановительного потенциала. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций. Выбор титранта и оптимальных условий титрования. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования. Индикация конечной точки титрования химическими и физико-химическими методами. Перманганатометрия. Характеристика метода. Условия проведения перманганатометрических определений. Вещества, определяемые перманганатометрическим методом. Достоинства и недостатки метода. Иодометрия. Характеристика метода, условия проведения иодометрического определения веществ. Достоинства и недостатки метода. Аналитические особенности других методов окислительно-восстановительного титрования (хроматометрия, броматометрия, ванадатометрия, цериметрия) в химическом анализе.

Введение в ФХМА

Раздел 3. Физико-химические методы анализа

3.1. Введение в физико-химические методы анализа (ФХМА).

ФХМА – составная часть современной аналитической химии. Классификация физико-химических методов анализа. Аналитический сигнал как информативная функция состава

вещества и его количества. Относительный характер измерений в ФХМА. Предел обнаружения и чувствительность метода. Формула Кайзера. Верхний и нижний диапазоны определяемых содержаний. Линейный диапазон определяемых концентраций. Эталоны. Приемы количественных измерений (внешнего и внутреннего стандарта, добавок, титрования, дифференциальные методы) в ФХМА, их характеристика и условия применения. Аналитические и метрологические характеристики ФХМА.

3.2. Спектральные методы анализа.

Классификация спектральных методов анализа. Получение химико-аналитической информации при взаимодействии электромагнитного излучения с веществом. Оптические методы анализа. Атомная и молекулярная спектроскопия. Абсорбционные и эмиссионные методы анализа.

Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Теоретические основы атомно-эмиссионного спектрального анализа. Источники возбуждения спектров. Атомно-эмиссионные линейчатые спектры. Правила отбора электронных переходов. Запись спектральных линий в виде термов. Схемы электронных переходов в атоме щелочного металла. Распределение Больцмана и заселенность уровней возбужденного состояния. Факторы, влияющие на интенсивность спектральных линий. Процессы ионизации и самопоглощения в плазме, формула Саха. Спектральные приборы и способы регистрации спектра (визуальный, фотографический и фотоэлектрический). Качественный анализ, расшифровка эмиссионных спектров и идентификация элементов по их спектрам. Количественный анализ, формула Ломакина-Шайбе. Практика атомно-эмиссионной спектроскопии. Атомно-эмиссионный анализ с индуктивно связанной плазмой. Химико-спектральные методы анализа.

Атомно-эмиссионная фотометрия пламени. Газовые пламена как виды низкотемпературной плазмы, их характеристика. Блок-схема пламенного фотометра. Возможности метода и его ограничения. Анионный и катионный эффекты. Методы количественных определений в пламенной фотометрии. Предел обнаружения, прецизионность, селективность. Области применения.

Атомно-абсорбционная спектрофотометрия. Общая характеристика метода. Поглощение электромагнитного излучения свободными атомами. Блок-схема прибора. Источники монохроматического излучения. Способы атомизации пробы. Модулятор, его назначение. Избирательность, достоинства и недостатки метода. Сравнение аналитических характеристик методов атомной абсорбции и атомной эмиссии.

3.3. Молекулярная спектроскопия. Спектрофотометрический анализ. Методы оптической молекулярной спектроскопии. Поглощение электромагнитного излучения молекулами. Электронные переходы и спектры поглощения молекул. Схемы электронных переходов. Сравнение аналитических сигналов, обусловленных $d-d^*$ -переходами, переходами с переносом заряда и $\pi-\pi^*$ -переходами. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Молярный коэффициент поглощения. Способы его определения. Оптимизация условий аналитических определений. Выбор оптимальной длины волны и рабочего светофильтра. Контрастность аналитической реакции. Отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера. Сравнение фотометрии и спектрофотометрии. Аппаратура для спектро- и фотометрических измерений. Характеристика фотометрических методов анализа. Избирательность в спектрофотометрии и ее обеспечение. Принцип аддитивности поглощения в анализе бинарных смесей поглощающих веществ, метод Фирордта. Точность результатов фотометрических определений. Дифференциальная фотометрия. Метод одно- и двусторонней дифференциальной фотометрии. Методы спектрофотометрического титрования.

Турбидиметрический и нефелометрический методы анализа. Рассеяние света дисперсными системами. Связь оптической плотности с концентрацией определяемого вещества. Коэффициент мутности системы. Теоретические основы турбидиметрии и нефелометрии. Уравнение Рэлея. Требования, предъявляемые к используемым реакциям. Турбидиметрический кинетический метод. Возможности методов.

Люминесцентные методы анализа. Флуоресценция и фосфоресценция. Применение энергетической диаграммы Яблонского при рассмотрении синглет-синглетных и синглет-триплетных электронных переходов. Колебательная релаксация и внутренняя конверсия. Квантовый и энергетический выходы. Факторы, влияющие на интенсивность флуоресценции. Температурное и концентрационное тушение флуоресценции. Правило Стокса-Ломмеля. Связь строения молекулы органического соединения с его способностью к флуоресценции. Зеркальная симметрия спектров поглощения и испускания (правило Левшина). Закон Вавилова. Схема флуориметрических измерений. Выбор первичного и вторичного светофильтров. Градуировочная зависимость и количественный анализ. Общая характеристика метода.

Раздел 4. Электрохимические методы анализа (ЭХМА).

Классификация ЭХМА. Классификация электродов и электрохимические методы. Поляризуемые и неполяризуемые электроды в ЭХМА. Используемые химические и электрохимические реакции, требования, предъявляемые к этим реакциям. Возможности ЭХМА.

Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Общая характеристика метода. Удельная и эквивалентная электропроводность растворов электролитов. Подвижность ионов. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Кривые титрования. Факторы, влияющие на ход кривых титрования. Принципиальная схема установки для кондуктометрических измерений, используемые электроды. Возможности метода, достоинства, недостатки. Примеры определений..

Высокочастотное титрование. Особенности метода. Принципиальная схема установки. Используемые индуктивные и емкостные безэлектродные ячейки. Формы кривых высокочастотного титрования. Аппаратура. Возможности метода. Примеры определений.

Потенциометрия и потенциометрическое титрование. Определение метода. Используемые ячейки. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Ионметрия. Доннановский и диффузионный потенциалы. Классификация ионоселективных электродов. Основные характеристики ионоселективных электродов различных типов. Причины, обуславливающие избирательность электродов. Уравнение Никольского-Эйзенмана. Методы определения коэффициентов селективности, верхнего и нижнего предела диапазона определяемых содержаний. Угловой коэффициент электродной функции. Методы количественных определений и условия их применения. Прямая потенциометрия (рН-метрия, ионметрия). Возможности метода. Методы титрования. Обработка кривых потенциометрического титрования. Методы добавок.

Вольтамперометрические методы анализа. Классическая полярография, основы метода. Принципиальная схема полярографической установки. Используемые электроды, требования, предъявляемые к электродам. Поляризационные кривые индикаторных электродов. Ртутный капаящий электрод, твердые электроды. Полярограммы. Интерпретация полярограмм. Остаточный и конденсаторный токи. Фарадеевский ток. Свойства предельного диффузионного тока. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны Гейровского. Потенциал полуволны. Выбор и назначение полярографического фона. Аномалии на полярографических кривых и их устранение. Качественный и количественный полярографический анализ. Современные направления

развития вольтамперометрии. Области использования. Возможности, достоинства и недостатки метода.

Амперометрическое титрование. Общая характеристика метода. Выбор условий амперометрических измерений. Принципиальная схема установки для амперометрического титрования. Типы кривых титрования. Биамперометрическое титрование, условия амперометрических измерений с двумя индикаторными электродами. Кривые титрования. Возможности, достоинства и недостатки метода. Примеры практического использования.

Кулонометрический метод анализа. Классификация методов кулонометрии. Объединенный закон Фарадея. Выход по току. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Особенности методов. Кулонометрия при контролируемом потенциале и при контролируемом токе. Поляризационные кривые. Выбор потенциала рабочего электрода. Расчет количества электричества, затраченного на электрохимическую реакцию. Принципиальная схема кулонометрической установки. Область применения. Кулонометрическое титрование. Выбор тока электролиза. Особенности генерированного титранта. Способы индикации конечной точки титрования (визуальные и инструментальные). Принципиальная схема установки для кулонометрического титрования. Практическое применение метода, его достоинства и недостатки.

Электрогравиметрический анализ. Способы выполнения определений. Общая характеристика метода. Процессы, протекающие при электролизе. Выбор электродов. Условия электроосаждения. Требования, предъявляемые к осадкам на электродах. Использование электроосаждения для целей концентрирования, определения и разделения. Внутренний электролиз. Достоинства и недостатки метода.

Раздел 5. Хроматографические методы. Автоматизация методов анализа.

Теоретические основы хроматографических методов. Области применения хроматографических методов анализа. Хроматограмма. Параметры удерживания. Физико-химические основы хроматографического процесса. Классификация методов хроматографии по агрегатному состоянию фаз, по механизму разделения и способу оформления процесса. Основы хроматографического разделения. Коэффициент распределения и коэффициент разделения. Основной закон хроматографии. Взаимосвязь формы выходной кривой и изотермы сорбции в колоночной хроматографии, аналитический аспект этой зависимости. Факторы, влияющие на скорость движения хроматографической зоны. Теория теоретических тарелок. Теоретическая тарелка. Высота, эквивалентная теоретической тарелке. Кинетическая теория хроматографии. Уравнение Ван-Деемтера. Критерии эффективности хроматографического процесса. Степень разделения и критерий селективности. Критерий разделения. Оптимизация процессов разделения смесей веществ.

5.1. Хроматографические методы.

5.1.1. Газожидкостная хроматография. Общая характеристика метода. Принципиальная схема газового хроматографа. Устройство и назначение узлов хроматографа. Требования, предъявляемые к неподвижной и подвижной фазам. Детекторы, их классификация и требования к ним.

Методы идентификации веществ в газовой хроматографии. Линейные и логарифмические индексы удерживания. Корреляционные уравнения: связь параметров удерживания компонентов с их физико-химическими свойствами. Качественный анализ по логарифмическим индексам удерживания Ковача. Методы количественного анализа:

метод абсолютной градуировки, метод нормировки, метод внутреннего стандарта. Поправочные коэффициенты к площадям пиков. Примеры практического использования газовой хроматографии.

5.1. 2. Жидкостная хроматография. Классификация методов жидкостной хроматографии. Особенности ВЭЖХ. Принципиальная схема жидкостного хроматографа высокого давления. Типы детекторов в ВЭЖХ. Жидкостно-адсорбционная ВЭЖХ. Нормально-фазовый и обращено-фазовый варианты: сорбенты, элюенты, разделяемые вещества. Типы взаимодействия сорбент-вещество, сорбент-элюент, элюент-вещество в ВЭЖХ. Фактор емкости, его физический смысл. Градиентное элюирование. Влияние эффективности, селективности и емкости колонки на разделение смесей анализируемых веществ. Методы идентификации веществ и количественного анализа в ВЭЖХ. Достоинства и недостатки ВЭЖХ. Ион-парная хроматография, примеры практического использования ВЭЖХ в анализе.

Распределительная бумажная хроматография. Основы бумажной хроматографии. Подвижная и неподвижная фазы. Миксотропный ряд растворителей. Требования к хроматографической бумаге. Хроматографические параметры. Типы хроматограмм: одномерная, двумерная, круговая, электрофоретическая. Метод обращенных фаз. Зависимость формы пятна от вида изотермы распределения. Методы идентификации веществ на бумажной хроматограмме. Количественный анализ в методе бумажной хроматографии. Достоинства и недостатки метода. Область применения.

5.1.3. Ионообменная и ионная хроматография. Сущность метода. Требования, предъявляемые к реакциям ионного обмена. Особенности ионообменной хроматографии. Ионообменное равновесие. Константа ионного обмена. Изотермы ионного обмена. Влияние константы ионного обмена на форму изотермы ионного обмена. Коэффициент селективности. Синтетические ионообменники, катиониты и аниониты. Классификация и свойства. Сорбционные ряды. Виды обменной емкости ионообменников. Выбор оптимальных условий ионообменного разделения веществ. Применение ионообменной хроматографии в аналитической химии органических и неорганических соединений: разделение, очистка, концентрирование и т.д. Примеры применения ионообменной хроматографии в технологических процессах. Ионная хроматография. Блок-схема ионного хроматографа. Разделяющие и компенсационные колонки. Детекторы. Применение в аналитической химии. Аналитические возможности метода.

5.1.4. Гель-хроматография. Подвижная и неподвижная фазы. Общее уравнение, описывающее процесс гель-хроматографии. Сорбенты. Общий, внешний и внутренний объемы геля. Параметры элюирования. Выражение для коэффициента распределения и константы доступности. Возможности гель-хроматографии. Примеры практического использования.

5.1.5. Бумажная распределительная хроматография. Подвижная, неподвижная фаза. Особенности плоскостной хроматографии. Фактор разделения. Виды распределительных хроматографий

5.2. Автоматизация методов химического анализа.

Автоматический и автоматизированный анализ: цели и задачи. Дискретные автоматические анализаторы. Принцип действия, достоинства и недостатки. Проточные методы анализа растворов. Непрерывный проточный анализ и проточно-инжекционный анализ.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
	Знать:					
1.	основные понятия и методы качественного и количественного анализа	+	+	+	+	+
2.	теорию химических и физико-химических методов анализа	+	+	+	+	+
3.	принципы работы основных приборов в физико-химических методах	+	+	+	+	+
	Уметь:					
4.	применить приобретённые практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач	+	+	+	+	+
	Владеть:					
5.	пониманием целей и алгоритмов химического анализа	+	+	+	+	+
6.	способами решения аналитических задач	+	+	+	+	+
7.	оценкой возможностей каждого метода анализа	+	+	+	+	+
8.	основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа	+	+	+	+	+
9.	приемами интерпретации результатов анализа на основе квалитетрических оценок	+	+	+	+	+
10.	методологией методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике	+	+	+	+	+
11.	системой выбора метода качественного и количественного химического анализа	+	+	+	+	+
	В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции:					

	ОПК-1.3 Знает основные этапы качественного и количественного химического анализа, теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа, методы метрологической обработки результатов анализа					
12.	ОПК-1.11 Умеет выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений	+	+	+	+	+
	ОПК-1.20 Владеет методами проведения химического анализа и метрологической оценки его результатов					

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия.

Учебным планом подготовки обучающихся по направлению подготовки 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий», специализация «Химическая технология органических соединений азота» не предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине *«Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»*.

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине *«Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»* выполняется в соответствии с Учебным планом в 3 и 7 семестрах и занимает 48 акад. ч. в 3 семестре и 80 часов в 7 семестре. Лабораторные работы охватывают 5 разделов дисциплины. В практикум входит 16 работ в 3 семестре и 12 работ в 7 семестре, примерно по 3 ч на каждую работу в 3 семестре и по 5 часов на каждую работу в 7 семестре. В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ их число может быть уменьшено. Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине *«Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»*, а также дает навыки работы с основным лабораторным оборудованием и техники выполнения работ.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 36 баллов в 3 семестре (максимально по 3 балла за каждую работу) и 48 баллов в 7 семестре (максимально по 4 балла). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают (3 семестр)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1.	Раздел 1	Идентификация индивидуальных катионов в растворе	3
2.		Идентификация 2-х индивидуальных сухих солей,	3

		образованных одним из изучаемых катионов и одним из изучаемых анионов	
3.	Раздел 2	Количественный химический анализ на основе реакций кислотного-основного взаимодействия. Кислотно-основное титрование. Приготовление стандартных растворов HCl и Na ₂ B ₄ O ₇ ·10 H ₂ O	3
4.		Кислотно-основное титрование. Стандартизация раствора HCl по раствору первичного стандарта Na ₂ B ₄ O ₇ ·10 H ₂ O	3
5.		Кислотно-основное титрование. Определение содержания декагидратакарбоната натрия в образце	3
6.		Применение синтетических ионообменников для количественного определения солей различных металлов в растворах	3
7.		Количественный химический анализ на основе аналитических реакций комплексообразования. Приготовление стандартных растворов ЭДТА и ZnSO ₄	3
8.		Комплексонометрическое титрование. Стандартизация раствора ЭДТА	3
9.		Комплексонометрическое титрование. Определение содержания солей различных металлов в растворе	3
10.		Определение жёсткости воды	3
11.		Количественный химический анализ на основе аналитических реакций окисления-восстановления. Перманганатометрия. Приготовление стандартных растворов KMnO ₄ и (NH ₄) ₂ C ₂ O ₄ ·H ₂ O	3
12.		Перманганатометрия. Стандартизация раствора KMnO ₄ по раствору первичного стандарта (NH ₄) ₂ C ₂ O ₄ ·H ₂ O	3
13.		Перманганатометрия. Определение содержания сульфата железа(II) в растворе	3
14.		Приготовление растворов дихромата калия 0,05 н и тиосульфата натрия 0,05 н	3
15.		Иодометрия. Определение содержания сульфата меди(II) в растворе	3
16.		Хроматометрическое определение сульфата железа(II)	3

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают (7 семестр)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1.	Раздел 3	Качественный визуальный атомно-эмиссионный спектральный анализ	5
2.		Атомно-абсорбционное определение меди в растворе	5
3.		Флуориметрическое определение роданина б Ж в растворе	5
4.		Турбидиметрическое определение хлорид-ионов в	5

		растворе	
5.	Раздел 4	Определение щелочности природных и промышленных вод методом потенциометрического титрования	5
6.		Определение содержания нитрат-ионов, фторид-ионов или хлорид-ионов в технических образцах методом прямой ионометрии	5
7.		Кондуктометрическое титрование солей никеля раствором ЭДТА	5
8.		Определение кислот методом кулонометрического титрования	5
9.	Раздел 5	Определение гидрофосфата и хлорида натрия в смеси методами ионного обмена и потенциометрического титрования	5
10.		Разделение смеси ионов железа(III), никеля(II) и кобальта(II) методом круговой бумажной хроматографии с последующим количественным определением содержания железа(III)	5
11.		Разделение смеси голубого декстрана и арсеназо (I) методом гель-хроматографии и их количественное определение фотометрическим методом	5
12.		Анализ смеси бензола, нитробензола и бензонитрила в их смеси методом ВЭЖХ	5

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «*Аналитическая химия и физико-химические методы анализа*» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 80 ак. часов в 3 семестре и 84 ак. часа в 7 семестре.

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

- проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- регулярную проработку и повторение пройденного на лекциях учебного материала;
- регулярную подготовку к лабораторным работам, в том числе выполнение домашних работ и индивидуальной домашней работы; подготовку к контрольным работам;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче зачёта с оценкой по дисциплине и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам 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

Учебным планом для направления подготовки 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий», специализация «Химическая технология органических соединений азота» не предусмотрено выполнение реферативно-аналитической работы по дисциплине «*Аналитическая химия и физико-химические методы анализа*».

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля

8.2.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины в 3 семестре

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 24 балла, по 8 баллов за каждую работу.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 8 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 2 или 3 балла за вопрос в зависимости от его сложности.

Вопрос 1.1.

1. В растворе какого реагента следует растворить осадок $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ для определения в нем ионов Ca^{2+} ?
2. Какое условие нужно обеспечить, чтобы действием гидрата аммиака разделить смесь катионов никеля и алюминия?

Вопрос 1.2.

1. Какую формулу нужно использовать для расчета pH в растворе уксусной кислоты?
2. По какой формуле рассчитывают концентрацию ионов водорода в водном растворе гидрофосфата натрия?

Вопрос 1.3.

1. Какой из анионов – оксалат, фосфат или фторид при прочих равных условиях обеспечивает наибольшую полноту осаждения ионов бария?
2. Какой из катионов – Ba^{2+} , Ag^+ , Fe^{3+} будет осажден наиболее полно при действии фосфата натрия на раствор его соли?

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 8 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 2 или 3 балла за вопрос в зависимости от его сложности.

Вопрос 2.1.

1. С каким индикатором можно оттитровать 0,1000 М раствор H_3PO_4 до NaH_2PO_4 ? Ответ подтвердите расчетом.

2. Какой индикатор следует использовать при определении содержания гидроксида натрия, если в растворе присутствует ацетат натрия? Ответ подтвердите соответствующими уравнениями реакций и расчетами.

Вопрос 2.2.

1. По какой формуле рассчитывают количество моль эквивалента иона аммония при его определении формальдегидным методом? Приведите уравнения реакций, иллюстрирующих схему титрования.

2. Титруют смесь гидроксида натрия и карбоната натрия раствором HCl с индикатором метиловым оранжевым. Какие компоненты смеси при этом будут оттитровываться? Ответ подтвердите уравнениями соответствующих химических реакций.

Вопрос 2.3.

1. Рассчитайте титр раствора H₂SO₄ по NaOH ($T(\text{H}_2\text{SO}_4/\text{NaOH})$), если $c(1/2 \text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1000$ моль-экв/л. $M(\text{NaOH}) = 40$ г/моль.

2. Навеску NaOH 1,5238 г, загрязненную карбонатом (Na₂CO₃), растворили и разбавили дистиллированной водой до 100 мл в мерной колбе. На титрование 10,00 мл полученного раствора с индикатором метиловым оранжевым потребовалось 22,53 мл раствора HCl с $T(\text{HCl}) = 0,003650$ г/мл. На титрование такого же объема раствора с индикатором фенолфталеином потребовалось 18,50 мл HCl. Рассчитать процентное содержание Na₂CO₃ в NaOH.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 8 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 2 или 3 балла за вопрос в зависимости от его сложности.

Вопрос 2.4.

1. Напишите формулу для расчета окислительно-восстановительного потенциала в точке эквивалентности. Чему равно значение окислительно-восстановительного потенциала в $E_{\text{I}_2/\text{I}^-}^0 = 0,54\text{В}$, $E_{\text{S}_4\text{O}_6^{2-}/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}}^0 = 0,09\text{В}$ титровании 0,05 н. раствора I₂ 0,05 н. раствором Na₂S₂O₃, если ? Ответ подтвердите расчётом и запишите уравнения

соответствующей химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования.

2. Напишите формулу для расчета реального окислительно-восстановительного потенциала от pH раствора. Чему равно значение реального окислительно-восстановительного потенциала полуреакции восстановления пероксида водорода при pH 4? Ответ подтвердите расчетом.

Вопрос 2.5.

1. По какой формуле рассчитывают значение реального окислительно-восстановительного потенциала полуреакции, если окисленная форма участвует в побочной реакции комплексообразования. Ответ подтвердите уравнениями химических реакций и полуреакций на конкретном примере.

2. Как вычисляют число молей эквивалента K₂Cr₂O₇ при определении иодометрическим методом? Ответ подтвердите уравнениями соответствующих химических реакций и полуреакций. Предложите физико-химический метод определения концентрации дихромата калия в растворе.

Вопрос 2.6.

1. Определение содержания железа(II) в растворе проводят методом потенциометрического титрования. Сколько железа содержит образец, если навеска этого образца массой 0,1700 г после растворения и восстановления железа до железа (II) оттитрована 8,40 мл раствора перманганата калия с $T(\text{KMnO}_4/\text{Fe}) = 0,006200 \text{ г/мл}$?
2. Объясните принцип ионного обмена. Приведите уравнения химических реакций. Перечислите известные вам типы ионообменников.

8.2.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины в 7 семестре

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 36 балла, по 12 баллов за каждую работу.

Раздел 3. Спектральные методы анализа. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 12 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 4 балла.

Вопрос 3.1.

1. Атомно-абсорбционный анализ. Способы атомизации. Какую функцию выполняет лампа с полым катодом? Области применения метода.
2. Закон Бугера-Ламберта-Бера и отклонения от него.

Вопрос 3.2.

1. Ошибки в фотометрии. Зависимость погрешности определения концентрации от величины светопоглощения. Причины, приводящие к возникновению ошибок при определении меди в виде аммиаката ($\epsilon_{640} = 10^2$).
2. Схематически изобразите график зависимости турбидиметрического титрования сульфат-ионов раствором хлорида бария, при условии равенства концентраций. Укажите условия определения и дайте подробное объяснение.

Вопрос 3.3.

1. Определите процентное содержание железа в алюминиевом сплаве, если относительному почернению $\Delta S = 0$ соответствовала концентрация $c_0(\text{Fe}) = 1,7\%$, а для эталона с концентрацией $c_1 = 0,72\%$, $\Delta S_1 = -0,48$, $\Delta S_x = -0,24$. Для определения железа применён метод эмиссионного спектрального анализа.
2. При фотометрическом определении хлорида железа (3+) раствором аскорбиновой кислоты на титрование 10 мл ионов Fe^{3+} затрачено 4,5 мл 0,01 М раствора аскорбиновой кислоты. Рассчитайте содержание хлорида железа (3+), если объем колбы с раствором соли 100,00 мл.

Раздел 4. Электрохимические методы анализа. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 12 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 4 балла.

Вопрос 4.1.

1. Кондуктометрия

2.Высокочастотное титрование

Вопрос 4.2.

1. Проводится потенциометрический анализ способом калибровочного графика с использованием ионоселективных электродов (ИСЭ) в качестве индикаторных и хлоридсеребряного электрода сравнения. На основании данных о коэффициентах селективности ($K_{i,j}$) подберите электроды для определения ионов (i) в присутствии мешающих ионов (j) (отмечены *) $\text{CaCl}_2 + \text{Mg}^*\text{Cl}_2$, если $K_{\text{Ca,Mg}} = 0,034$, $K_{\text{Ca,Mg}} = 0,34$, $K_{\text{Mg,Ca}} = 0,34$, $K_{\text{Mg,Ca}} = 3,34$. Дайте подробные объяснения.

2. Рассчитайте разницу стандартных окислительно-восстановительных потенциалов и определите, будут ли ионы свинца мешать ионам меди при электрогравиметрическом определении, если $E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,345$ В, а $E^0(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0,126$ В. Почему в электрогравиметрии при проведении электролиза напряжение тока поддерживают выше потенциала разложения? Дайте подробный ответ.

Вопрос 4.3.

1. При титровании $25,00 \text{ см}^3$ смеси соляной и уксусной кислот $0,1050 \text{ н.}$ раствором едкого натра были получены следующие показатели по шкале высокочастотного титратора. Определите концентрации кислот в моль-экв/л. Объясните ход кривой титрования, если $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$

V, см ³ NaOH	2	4	5	6	7	8	9
Показания прибора	62	51	37	32	23	21	23
V, см ³ NaOH	11	13	15	16	17	18	19
Показания прибора	26	31	37	39	44	56	68

2. Навеску технического алюминия массой $1,2245 \text{ г}$ растворили и, содержащиеся в виде примеси ионы, кулонометрически оттитровали электрогенерированными ионами при постоянной силе тока $4,0 \text{ мА}$. Точка эквивалентности фиксировалась потенциометрически. Время электролиза составило 80 сек . Определите массовую долю железа в алюминии.

Раздел 5. Хроматографические методы. Автоматизация методов химического анализа. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 12 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 4 балла.

Вопрос 5.1.

1. Высокоэффективная хроматография
2. Ионообменная хроматография

Вопрос 5.2.

1. Требования, предъявляемые к подвижной и неподвижной фазам в ГЖХ. Чем обусловлена толщина слоя неподвижной фазы на носителе?
2. Определение метода гель – хроматографии. От каких факторов зависит разделение молекул в гель-хроматографии? Неподвижная и подвижная фазы в этом методе.
3. Коэффициент емкости K' в колоночной и плоскостной (планарной) хроматографии. Его математическое выражение, физический смысл, численные значения. Почему нежелательны слишком высокие и слишком низкие значения K' ?

Вопрос 5.3.

1. Рассчитайте K_D и K_{av} для веществ А и В, разделенных на колонке с сефадексом G-25 с массой сухого геля 20г, если $V_R(A) = 45 \text{ см}^3$, $V_R(B) = 60 \text{ см}^3$. Воспользуйтесь справочными данными для 1 г сефадекса G-25: $V_i = 5 \text{ см}^3$, $V_0 = 2,0 \text{ см}^3$, $V_i = 2,5 \text{ см}^3$. Изобразите вид выходной кривой для данного случая.

2. Для хроматографического определения ионов никеля (II) на бумаге способом осадочной хроматографии, бумагу пропитали аммиачным раствором диметилглиоксима, приготовили 3 стандартных раствора. Навеску 0,1240 г гексагидрата хлорида никеля растворили в мерной колбе на 50 мл. Затем из этой колбы отобрали 5,00; 10,00 и 20,00 мл, поместили в мерные колбы на 50 мл и довели до метки дистиллированной водой. Исследуемый раствор также приготовили в колбе на 50 мл. После получения первичной хроматограммы, ее поместили в дистиллированную воду и выждали некоторое время. Высота пиков стандартных растворов равна 12,75 мм, 18,75 мм и 30,65 мм соответственно. Высота пика исследуемого раствора – 24,5 мм. Определите содержание никеля (мг) в исследуемом растворе.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачет с оценкой)

Итоговый контроль проводится в виде итоговых контрольных работ в конце 3 и 7 семестров. Максимальное количество баллов за итоговую контрольную работу – 40 баллов в 3 семестре и 16 баллов в 7 семестре соответственно.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (зачет с оценкой) в 3 семестре

Билет итоговой контрольной работы содержит 5 вопросов: 1 вопрос – 9 баллов, вопрос 2 – 9 баллов, вопрос 3 – 10 баллов, вопрос 4 – 9 баллов, вопрос 5 – 3 балла.

1. Основные положения протолитической теории.
2. Термодинамическая, концентрационная и условная константы равновесия.
3. Аналитические реакции и аналитические эффекты. Характеристики аналитических реакций: чувствительность, избирательность (селективность).
4. Групповые, общие, частные, характерные и специфические реакции.
5. Равновесия в аналитически важных протолитических системах. Константы кислотности и основности.
6. Вычисление рН растворов кислот и оснований различной силы, смесей кислот и оснований.
7. Буферные растворы, используемые в химическом анализе: их состав, свойства (буферная емкость, область буферирования).
8. Аналитические реакции комплексообразования. Общие, ступенчатые и условные константы устойчивости комплексных соединений.
9. Использование реакций осаждения в аналитических целях. Константа равновесия реакций осаждения-растворения; факторы, влияющие на растворимость осадков.
10. Окислительно-восстановительная реакция и окислительно-восстановительный потенциал.

11. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций.
12. Выбор титранта и оптимальных условий титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования.
13. Индикация конечной точки титрования химическими и физико-химическими методами.
14. Ионообменная хроматография в количественном химическом анализе.

8.3.2. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (зачет с оценкой) в 7 семестре

1. Атомно-эмиссионный анализ
2. Атомно-эмиссионная фотометрия пламени.
2. Атомно-абсорбционный анализ
3. Фотометрия. Закон Бугера-Ламберта-Бера
4. Фототурбидиметрия.
5. Нефелометрия.
6. Флуориметрический анализ
7. Кондуктометрия
8. Высокочастотное титрование
9. Прямая потенциометрия. Электроды
10. Потенциометрическое титрование
11. Классическая полярография
12. Амперометрическое титрование
13. Кулонометрия
14. Электрогравиметрия
15. Газо-жидкостная хроматография
16. Высокоэффективная хроматография
17. Ионообменная хроматография
18. Гель-хроматография
19. Бумажная хроматография

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

8.4. Структура и примеры билетов для контроля освоения дисциплины (зачет с оценкой).

Пример билета для *вид контроля из УП*:

<p>«Утверждаю»</p> <p>_____</p> <p>(должность, наименование кафедры)</p> <p>_____</p> <p>(Подпись) (И.О. Фамилия)</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>		<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>	
		<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>	
		<p>Кафедра аналитической химии</p>	
		<p>18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»</p>	
		<p>Специальность «Химическая технология органических соединений азота»</p>	
		<p>Аналитическая химия и физико-химические методы анализа</p>	
1.	Рассчитайте растворимость $Pb_3(PO_4)_2$ в воде и в 0,001 М растворе нитрата свинца. $K_S(Pb_3(PO_4)_2) = 7,9 \cdot 10^{-43}$.	9	
2.	С целью определения содержания компонентов проводили титрование раствора, содержащего равное количество молей HCl и H_3PO_4 . В присутствии индикатора метилового оранжевого израсходовано 40,0 мл стандартного раствора NaOH. Какой объем NaOH будет израсходован на дотитрование этого же раствора в присутствии индикатора фенолфталеина? Приведите уравнения протекающих реакций и расчеты.	9	
3.	К раствору $AlCl_3$ в присутствии ацетатного буферного раствора прилито 25,00 мл 0,1000 М раствора ЭДТА, остаток которого оттитрован 12,50 мл 0,0500 М раствором сульфата цинка с индикатором ксиленоловым оранжевым. Рассчитайте содержание $AlCl_3$ в граммах. $(M(AlCl_3) = 133,52 \text{ г/моль}; M(ЭДТА) = 372,24 \text{ г/моль})$	10	
4.	Какой индикатор следует применить: дифениламин ($E^0(Ind_{ок}/Ind_{вс}) = 0,76 \text{ В}$) или ферроин ($E^0(Ind_{ок}/Ind_{вс}) = 1,06 \text{ В}$) при титровании раствора $FeSO_4$ раствором $K_2Cr_2O_7$ при pH = 0? $E^0((Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0,77 \text{ В}); E^0((Cr_2O_7^{2-}, 14H^+/2Cr^{3+}) = 1,09 \text{ В});$ концентрации компонентов окислительно-восстановительных пар принять равными 1 моль/л.	9	
5.	Каким образом, используя ионный обмен, можно провести определение CH_3COONa в растворе методом кислотно-основного титрования? Приведите уравнения соответствующих химических реакций и формулу для расчета содержания ацетата натрия в растворе.	3	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Аналитическая химия. Химические методы анализа. Учебник для вузов/ Под ред. О.М. Петрухина,- 2-ое изд., стереотипное, исправленное, – М.: ООО Путь, ООО ИД АЛЬЯНС, 2006. – 400 с. (базовый учебник)
2. Кузнецов В.В. Аналитические реакции для идентификации ионов элементов в растворах. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010. -163 с.
3. Практикум по физико-химическим методам анализа. Учебное пособие./ Под ред. О.М. Петрухина, 2-ое изд., стереотипное, исправленное. - М.: ООО Путь: ООО ИД АЛЬЯНС, 2006. – 248 с. (базовый учебник)
4. Физико-химические методы анализа. Задачи и вопросы. Под ред. проф. Кузнецова В.В. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010. – 244 с.
5. Задания по аналитической химии, уч. пособие / Е.В. Крылова, 2-ое изд. РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 112 с.
6. Задания по аналитической химии, уч. пособие / Е.В. Крылова, Е.Г. Шалимова 3-ье изд. РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 152 с.

Б. Дополнительная литература

1. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа. Учебник для вузов./ Под ред.О.М. Петрухина. – М.: Химия, 2001. – 496 с.
2. Основы аналитической химии. Практическое руководство./Под ред. Ю.А. Золотова. – М.: Высшая школа, 2001. - 464с.
3. Крылова Е.В. Задания по аналитической химии. Части I, II: Учебно – методическое пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003, 2004. – 40 с., 44 с.
4. Ю.Ю. Лурье. Справочник по аналитической химии. Справ. изд. – М.:Химия, 1989. – 448 с.
5. Кузнецов В.В., Ермоленко Ю.В., Семенова И.Н. Номенклатурные правила ИЮПАК в курсе аналитической химии. Химические методы анализа. Учебно-методическое пособие.- М. РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. – 72 с.
6. Окислительно-восстановительное и комплексонометрическое титрование: практическое пособие по курсу аналитической химии./ Под. ред. В.В. Кузнецова. М. РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. – 60 с.
7. Кузнецов В.В. Применение органических аналитических реагентов в анализе неорганических веществ. Учебн. пособие. – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1972. – 145 с.
8. Аналитическая химия. Химические методы анализа. Лаб. практикум. Под ред. Рогатинской С.Л., – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 96 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Полнотекстовые информационные ресурсы:

Издательство **ELSEVIER** на платформе Science Direct.

Доступ к коллекциям «**CHEMISTRY**» и «**CHEMICAL ENGINEERING**» (152 журнала) с 2002 г. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.sciencedirect.com>.

Издательство **American Chemical Society (ACS)**

Издает самые цитируемые химические журналы, по данным **ISI Journal Scitation Reports**. Журналы по основным разделам химии и смежным областям знаний, включая химию широкого профиля, медицинскую химию, физическую химию, органическую химию, а также биохимию, биотехнологию и т.д. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://pubs.acs.org>.

Издательство **Taylor & Francis**

Более 1300 журналов по всем областям знаний, в том числе более 300 по техническим и естественным наукам. Охват с 1997 года по настоящее время. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.informaworld.com>.

Международная издательская компания **Nature Publishing Group (NPG)**

Доступ к журналам:

- «Nature» - с 1997 г. – наиболее прославленное научное издание широкого профиля, обладающее к тому же самым высоким индексом цитирования;
- «Nature Materials» – с 2002 г.
- «Nature Nanotechnology» – с 2006 г.
- "Nature Chemistry" – с 2010 г.

Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.nature.com>.

Издательство **SPRINGER**

Доступ к электронным архивам журналов и электронным книгам. Журналы по всем областям знаний. Адрес для работы: <http://www.springerlink.com>. Доступ по IP-адресам РХТУ.

Журнал **SCIENCE**

Один из ведущих мультидисциплинарных научных журналов, публикуется Американской ассоциацией по развитию науки (AAAS), содержит обзоры новейших разработок в естественных и прикладных науках, освещает новости научного мира и комментирует их. Охват – с 1997 г. по настоящее время. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.science.com>.

The Royal Society of Chemistry

Полные тексты статей журналов Королевского химического общества (Великобритания) и базы данных. Доступ по IP-адресам РХТУ.

Адрес: <http://www.rsc.org/Publishing/Journals/Index.asp>

Российская научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>)

Электронные версии журналов российских и зарубежных научных издательств. Доступ по IP-адресам РХТУ.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Журнал аналитической химии» ISSN 0044-4502
- Журнал «Analytica Chimica Acta» ISSN 0003-2670
- Журнал «Химико-фармацевтический журнал» ISSN 0023-1134

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.rusanalytchem.ru>
- <http://www.chemical-analysis.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- видеозаписи лекций;
- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 200);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 450);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ имени 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 01.01.2021 составляет 1716243 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Аналитическая химия и физико-химические методы анализа*» проводятся в форме лекций, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Штативы химические

Химическая посуда:

Пипетки Мора (емкость 5; 10, 25 мл).

Пипетки мерные (объем 5; 10 мл).

Бюретки (объем 25 мл).

Колбы мерные (емкость 50,0; 100,0 мл).

Колбы Эрленмейера (объем 100 , 250, 500, 750, 1000 мл).

Склянки для хранения растворов (объем 0,5; 1 л).

Оборудование:

pH-метр-милливольтметр pH-420

Весы лабораторные ВЛТЭ-510С

Микровесы ВЛ-120 М

Титратор потенциометрический автоматический АТП-02

Весы аналитические ВЛ-120-200 г.

Фотометр КФК-2

Микроскоп биологический монокулярный МикроВид

Аквадистиллятор АЭ-25

Вспомогательное оборудование:

Бани водяные с электрическим подогревом.

Хроматографические колонки с ионообменником КУ-2.

Баня песочная лабораторная БП-1

Колбонагреватели КН-250

Сушилка для пробирок

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Техника безопасности при работе в химической лаборатории. Приемы работы в микрорентгенографии. Методические разработки по работе с оборудованием и на приборах химического анализа.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, ноутбук, принтер и программные средства; проектор и экран; копировальный аппарат; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки и справочные материалы доступны на учебном портале moodle.mustr.ru
[Портал аналитической химии](#) (методики, рекомендации, справочники)

<http://www.chemical-analysis.ru/>

<http://analyt.chem.msu.ru/>

Научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>)

Портал Аналитическая химия в России:

<http://www.rusanalytchem.org/default.aspx>

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт №62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	нет ограничений	бессрочно
2.	Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт №28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	нет ограничений	бессрочно
3.	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFcly ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP 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)

4.	<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 версией продукта)</p>
5.	<p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License</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>
6.	<p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License</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>
7.	<p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License</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>

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1 Идентификация ионов элементов в растворах</p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>теоретические основы методов химического анализа</p> <p>процессы формирования аналитического сигнала в различных методах</p> <p>основы метрологии в соответствии с рекомендациями ИЮПАК</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных химико-аналитических задач</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>методологией химических методов, широко используемых в современной аналитической практике</p> <p>системой выбора метода качественного и количественного химического анализа</p> <p>оценкой возможностей методов анализа</p> <p>основными способами метрологической обработки результатов количественного химического анализа</p>	<p>Оценка за лабораторные работы</p> <p>Оценка за текущий контроль</p> <p>Оценка за итоговую контрольную работу</p>
<p>Раздел 2. Характеристика методов количественного анализа</p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>теоретические основы методов химического анализа</p> <p>процессы формирования аналитического сигнала в различных методах</p> <p>основы метрологии в соответствии с рекомендациями ИЮПАК</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>применять приобретенные</p>	<p>Оценка за лабораторные работы</p> <p>Оценка за текущий контроль</p> <p>Оценка за итоговую контрольную работу</p>

	<p>теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных химико-аналитических задач</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>методологией химических методов, широко используемых в современной аналитической практике</p> <p>системой выбора метода качественного и количественного химического анализа</p> <p>оценкой возможностей методов анализа</p> <p>основными способами метрологической обработки результатов количественного химического анализа</p>	
<p>Раздел 3. Спектральные методы анализа</p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>теоретические основы спектральных методов анализа</p> <p>процессы формирования аналитического сигнала в различных методах</p> <p>принципы измерений в стандартных приборах</p> <p>основы метрологии в соответствии с рекомендациями ИЮПАК</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных химико-аналитических задач</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>методологией спектральных методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике</p> <p>системой выбора метода качественного и количественного химического анализа</p> <p>оценкой возможностей методов анализа</p> <p>основными способами метрологической обработки</p>	<p>Оценка за лабораторные работы</p> <p>Оценка за текущий контроль</p> <p>Оценка за итоговую контрольную работу</p>

	результатов количественного химического анализа	
Раздел 4. Электрохимические методы анализа	<p><i>Знает:</i></p> <p>теоретические основы электрохимических методов анализа</p> <p>процессы формирования аналитического сигнала в различных методах</p> <p>принципы измерений в стандартных приборах</p> <p>основы метрологии в соответствии с рекомендациями ИЮПАК</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных химико-аналитических задач</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>методологией электрохимических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике</p> <p>системой выбора метода качественного и количественного химического анализа</p> <p>оценкой возможностей методов анализа</p> <p>основными способами метрологической обработки результатов количественного химического анализа</p>	<p>Оценка за лабораторные работы</p> <p>Оценка за текущий контроль</p> <p>Оценка за итоговую контрольную работу</p>
Раздел 5. Хроматографические методы. Автоматизация методов химического анализа	<p><i>Знает:</i></p> <p>теоретические основы хроматографических методов</p> <p>подходы к автоматизации методов химического анализа</p> <p>процессы формирования аналитического сигнала в различных методах</p> <p>принципы измерений в стандартных приборах</p> <p>основы метрологии в соответствии с</p>	<p>Оценка за лабораторные работы</p> <p>Оценка за текущий контроль</p> <p>Оценка за итоговую контрольную работу</p>

	<p>рекомендациями ИЮПАК</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных химико-аналитических задач</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>методологией хроматографических и автоматизированных методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике</p> <p>системой выбора метода качественного и количественного химического анализа</p> <p>оценкой возможностей методов анализа</p> <p>основными способами метрологической обработки результатов количественного химического анализа</p>	
--	--	--

13. 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 – программ бакалавриата, программ специалитета, программ 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;
- 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).

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

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

« 25 » мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Материаловедение и защита от коррозии»

Направление подготовки **18.05.01 Химическая технология**

энергонасыщенных материалов и изделий

Специализация № 1– **«Химическая технология**

органических соединений азота»

Квалификация «инженер»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО

на заседании Методической комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

« 25 » мая 2022 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена: Тиграном Ашотовичем Ваграмяном, д.т.н., заведующим кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии;
Александром Петровичем Жуковым, к.т.н., профессором кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии;
Дианой Викторовной Мазуровой, к.т.н., доцентом кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии 12 апреля 2022 г., протокол № 8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»**, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **инновационных материалов и защиты от коррозии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Материаловедение и защита от коррозии»** относится к базовой части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области основ естественнонаучных дисциплин – общей и неорганической химии, органической химии, физической химии, физики, прикладной механики.

Цель дисциплины – приобретение студентами знаний об основных типах, строении и свойствах современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота.

Задачи дисциплины

- получение информации о физической сущности явлений, происходящих в материалах, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота;
- установление зависимости между составом, строением и свойствами материалов;
- изучение теории и практики различных способов упрочнения материалов, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей машин, инструмента и других изделий;
- ознакомление с основными группами металлических и неметаллических материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота, их свойствами и областями применения.

Дисциплина **«Материаловедение и защита от коррозии»** преподается в 5 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **универсальных компетенций и индикаторов их достижения**:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
------------------------------------	-----------------------	---

Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.2 Знает основы расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов оборудования химической промышленности. УК-2.4 Умеет определять ожидаемые результаты проектирования элементов оборудования химической промышленности. УК-2.10 Владеет навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности.
----------------------------------	---	--

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Общенаучная подготовленность	ОПК-1. Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-1.9 Знает основные классы, состав, структуру и характеристики современных материалов, используемых в химической технологии ОПК-1.17 Умеет проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем. ОПК-1.18 Умеет подбирать материалы с высокими эксплуатационными характеристиками для заданных условий эксплуатации, прогнозировать их работоспособность. ОПК-1.27 Владеет методами защиты машин и аппаратов химических производств от коррозии.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные классы современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота;
- состав и структуру современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота;
- характеристики современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота;
- принятую в Российской Федерации маркировку основных промышленных материалов;
- взаимосвязь между структурой, свойствами и условиями эксплуатации современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота;

Уметь:

- оценивать и управлять свойствами современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота;
- определять основные свойства современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота;

- подбирать материалы с высокими эксплуатационными характеристиками для заданных условий эксплуатации, прогнозировать их

Владеть:

- методами определения свойств современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота;

- методами защиты машин и аппаратов химических производств от коррозии.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад.ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	108	81
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,3	48	36
Лекции (Лек)	0,9	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,4	16	12
Самостоятельная работа (СР):	1,7	60	45
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,8	44,85
Вид контроля:	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
1.	Раздел 1. Физико-химические основы материаловедения	12	-	4	-	2	-	-	-	6
2.	Раздел 2. Металлические материалы.	34		10		6				18
3.	Раздел 3. Основы коррозии металлов. Принципы и методы защиты от коррозии.	20		6		2				12
4.	Раздел 4. Неметаллические материалы.	32		10		4				18
5.	Раздел 5. Экономически обоснованный выбор материалов.	10	-	2	-	2	-	-	-	6
	ИТОГО	108	-	32	-	16	-	-	-	60
	Зачёт	-								
	ИТОГО	108								

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Физико-химические основы материаловедения

Основные понятия о строении, структуре и свойствах материалов. Методы изучения структуры и свойств материалов.

Строение материалов. Основные типы кристаллических решеток. Классификация кристаллов по типам связи. Анизотропия свойств кристаллов. Строение реальных кристаллов. Дефекты реальных кристаллов и их влияние на свойства металлов и сплавов. Свойства дислокаций. Кристаллизация металлов и сплавов. Самопроизвольная кристаллизация. Несамостоятельная кристаллизация. Аморфные материалы. Наноматериалы. Аллотропические превращения металлов. Структура неметаллических материалов. Строение полимеров, стекла, керамики.

Свойства материалов. Показатели свойств. Классификация свойств. Механические, физические, химические, эксплуатационные и технологические свойства материалов. Показатели механических свойств, определяемые при статических испытаниях на растяжение и изгиб. Методы определения твердости материалов. Показатели механических свойств, определяемые при динамических и циклических испытаниях.

Физико-химические основы материаловедения.

Основы теории сплавов. Диаграммы состояния сплавов. Термины и определения. Диаграммы – «состав-свойство». Фазовый состав сплавов. Зависимость между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния. Правило Н.С. Курнакова.

Раздел 2. Металлические материалы

Железо и сплавы на его основе. Стали и чугуны. Железоуглеродистые сплавы. Структуры сплавов железо-углерод. Диаграммы состояния железо-цементит. Компоненты, фазы и структурные составляющие сталей и белых чугунов.

Конструкционные металлические материалы. Углеродистые и легированные стали. Классификация сталей, определение понятия качества стали (требования к качеству). Влияние углерода и постоянных (технологических) примесей на качество стали, методы улучшения качества стали (повышение ее конструкционной прочности). Влияние легирующих элементов на свойства стали. Конструкционные стали. Инструментальные стали. Классификация углеродистых и легированных сталей. Маркировка сталей Чугуны и твердые сплавы. Свойства и назначение чугуна. Процесс графитизации. Чугуны серые, белые, ковкие, высокопрочные, их свойства, область применения, маркировка.

Термическая обработка. Теория и практика термической и химико-термической обработки металлов и сплавов. Природа, механизм и условия протекания структурных превращений в стали. Виды термической обработки стали: отжиг I и II рода, полный и неполный отжиг, нормализация, закалка, отпуск. Закаливаемость и прокаливаемость сталей. Влияние термической обработки на механические свойства стали. Физические основы химико-термической обработки. Диффузионное насыщение поверхности стали неметаллами. Виды и способы цементации. Азотирование стали. Диффузионная металлизация. Ионная химико-термическая обработка.

Цветные металлы и сплавы на их основе. Общая характеристика и классификация медных сплавов. Латунни, бронзы, медно-никелевые сплавы. Общая характеристика алюминиевых сплавов. Деформируемые алюминиевые сплавы, литейные алюминиевые сплавы. Общая характеристика магниевых сплавов. Деформируемые магниевые сплавы. Литейные магниевые сплавы. Титан и сплавы на основе титана. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства титановых сплавов. Бериллий и сплавы на его основе. Тугоплавкие металлы и сплавы на их основе.

Раздел 3. Основы коррозии металлов. Принципы и методы защиты от коррозии.

Основные причины коррозии металлов. Показатели коррозии. Классификация коррозионных процессов. Химическая коррозия. Газовая коррозия. Коррозия в жидкостях – неэлектролитах. Электрохимическая коррозия. Кинетика электрохимической коррозии.

Коррозия металлов в условиях технологических сред химических производств.

Принципы и методы защиты от коррозии. Коррозионностойкие металлические и неметаллические материалы. Методы защиты машин и аппаратов химических производств от коррозии. Ингибиторы коррозии. Электрохимическая защита. Защитные покрытия.

Раздел 4. Неметаллические материалы

Материалы на основе высокомолекулярных соединений. Строение и свойства полимеров. Термореактивные и термопластичные полимеры. Строение и свойства пластмасс. Основные разновидности промышленных полимеров и пластмасс. Газонаполненные пластмассы.

Особенности строения, свойства резиновых материалов. Резины общего назначения, специальные резины и области их применения.

Лакокрасочные материалы (ЛКМ). Основные виды ЛКМ. Краски, лаки, грунтовка, шпатлевка.

Керамические материалы. Конструкционная, инструментальная и техническая керамика. Неорганическое стекло. Классификация стекол по назначению и области применения. Ситаллы. Графит. Асбест. Свойства и области применения.

Смазочные масла, пластические смазки, твердые смазочные материалы. Смазочно-охлаждающие жидкости.

Древесные конструкционные материалы.

Антифрикционные металлические и неметаллические материалы.

Композиционные материалы (КМ). Общая характеристика композиционных материалов. Дисперсно-упроченные КМ, слоистые КМ, волокнистые КМ. Композиционные материалы на металлической и неметаллической основе. САП (спеченные алюминиевые порошки). Армированные полимерные материалы. Керамические композиционные материалы. Углеродные композиционные материалы. Гибридные композиционные материалы.

Раздел 5. Экономически обоснованный выбор материалов.

Выбор конструкционных материалов для конкретного технологического процесса используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота. Критерии и алгоритм выбора конструкционных материалов. Экологические и экономические аспекты материаловедения и защиты материалов от коррозии.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
	Знать:					
1	- основные классы современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота;	+	+	+	+	+
2	- состав и структуру современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота;	+	+	+	+	+
3	- характеристики современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота;	+	+	+	+	+
4	- принятую в Российской Федерации маркировку основных промышленных материалов;	+	+	+	+	+
5	- взаимосвязь между структурой, свойствами и условиями эксплуатации современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота.	+	+	+	+	+
	Уметь:					
6	- оценивать и управлять свойствами современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота;	+	+	+	+	+
7	- определять основные свойства современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота;	+	+	+	+	+
8	- подбирать материалы с высокими эксплуатационными характеристиками для заданных условий эксплуатации.	+	+	+	+	+
	Владеть:					
9	- методами определения свойств современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота;	+	+	+	+	+
10	- методами защиты машин и аппаратов химических производств от коррозии.	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>универсальные и общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>						
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК				
11	– УК-2.	– УК-2.2	+	+	+	+
		– УК-2.4.	+	+	+	+
		– УК-2.10	+	+	+	+

	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК					
12	- ОПК-1	- ОПК-1.9	+	+	+	+	+
		- ОПК-1.18	+	+	+	+	+
		- ОПК-1.27	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Предусмотрены практические занятия обучающегося в специалитете в объеме 16 часов (0,4 зач. ед.).

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1	Раздел 1	Строение, структура и свойства материалов. Механические свойства материалов	2
2	Раздел 1	Основы теории сплавов. Диаграммы состояния сплавов. Термины и определения. Диаграммы – «состав-свойство». Фазовый состав сплавов.	2
3	Раздел 2	Фазовые структуры в системе «Fe-C». Диаграмма состояния «Fe-Fe ₃ C». Возможности ее применения для решения прикладных технологических задач.	2
4	Раздел 2	Методы повышения конструкционной прочности сталей. Маркировки и классификация сталей и чугунов.	2
5	Раздел 2	Цветные металлы и сплавы на их основе. Общая характеристика, классификация, маркировки, применение в промышленности	2
6	Раздел 3	Защита материалов химических аппаратов от коррозии	2
7	Раздел 4	Материалы на основе высокомолекулярных соединений. Основные виды пластических масс, их свойства и области применения. Силикатные материалы. Каучуки и резины. Лакокрасочные материалы. Композиционные материалы.	2
8	Раздел 5	Экономически обоснованный выбор материала для конкретного технологического процесса. Материалы в технологиях органических соединений азота Критерии выбора материала	2

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума по изучаемой дисциплине *«Материаловедение и защита от коррозии»* не предусмотрено учебным планом.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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 лекционного курса;

– подготовку к сдаче *зачёта* (5 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам 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

При форме контроля в форме зачета все баллы должны быть набраны в семестре, итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен - за выполнение 3-х контрольных работ (максимальная оценка 80 баллов), подготовка и защита реферата (Максимальная оценка- 20 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Перечень примерных тем.

1. Сплавы меди, их применение в химических производствах.
2. Титан и его сплавы. Классификация, свойства, получение и области применения.
3. Алюминий и его сплавы как конструкционный материал.
4. Бериллий и сплавы содержащие бериллий. Свойства, применение в химическом машиностроении (химической технологии).
5. Легированные машиностроительные сплавы.
6. Конструкционные материалы на основе магния.
7. Аллотропические превращения металлов (Fe, Sn, Ti, Zr и др.).
8. Нержавеющие (коррозионностойкие) легированные стали.
9. Инструментальные стали и сплавы.
10. Жаропрочные материалы.
11. Жаростойкие материалы (металлические).
12. Хладостойкие материалы.
13. Радиационностойкие материалы.
14. Износостойкие материалы.
15. Чугуны с вермикулярным графитом.
16. Высокопрочные чугуны. Состав, структура, свойства, маркировка, применение в химическом машиностроении.
17. Легированные чугуны (коррозионная стойкость, применение в химической технологии).
18. Стали и сплавы для пищевой промышленности.
19. Подшипниковые стали.
20. Рессорно-пружинные стали.
21. Антифрикционные металлические материалы.
22. Металлы с памятью формы.
23. Тугоплавкие металлы (коррозионная стойкость и применение в химической технологии).
24. Латунни (состав, свойства, применение в химической технологии).

25. Бронзы (состав, свойства, применение в химической технологии).
26. Диаграммы состояния металлических сплавов.
27. Диаграммы состояния системы Fe – C (Fe_3C).
28. Диаграммы состояния сплавов меди.
29. Диаграммы состояния сплавов алюминия.
30. Пластмассы с порошковыми наполнителями.
31. Резины. Технология получения, свойства, применение в химической технологии.
32. Стекло. Состав, свойства, химическое сопротивление, области применения в химической технологии.
33. Техническая керамика в химической технологии.
34. Неметаллические антифрикционные материалы.
35. Химическая деструкция полимерных материалов.
36. Лакокрасочные покрытия (ЛКП) как метод защиты конструкционных материалов от коррозии.
37. Старение полимеров. Процессы, протекающие при старении полимеров.
38. Воздействие биохимических и биологических факторов на свойства неметаллических конструкционных материалов.
39. Керамика в ракетно-космическом машиностроении.
40. Керамика для хранения радиоактивных отходов.
41. Ударопрочная броневая керамика.
42. Керамика в двигателях внутреннего сгорания.
43. Органические полимерные покрытия и основы их нанесения.
44. Неорганические покрытия и способы их нанесения.
45. Древесные конструкционные материалы.
46. Конструкционные материалы на основе графита.
47. Кислотоупорная керамика и фарфор.
48. Материалы, получаемые плавлением природных силикатов.
49. Каучуки и резины.
50. Материалы для прокладок в химической технологии.
51. Углеродистые материалы.
52. Силикатные эмали.
53. Коррозия силикатных материалов в условиях химических производств.
54. Химическая деструкция полимерных материалов под действием растворов электролитов.
55. Стойкость силикатных материалов к действию кислот и щелочей.
56. Взаимодействие неметаллических конструкционных материалов с водой (водостойкость).
57. Прочность и разрушение неметаллических материалов.
58. Особенности взаимодействия неметаллических материалов с агрессивными средами.
59. Коррозионная (химическая) стойкость неметаллических конструкционных материалов в технологических растворах серной кислоты.

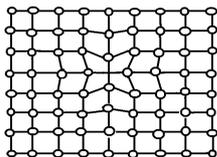
8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы. Максимальная оценка за контрольные работы 1-2 составляет 20 баллов за каждую, написание и защита

реферата (максимальная оценка – 20 баллов) и итоговая контрольная работа по всем разделам (максимальная оценка – 40 баллов).

Раздел 1-2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 5 вопросов.

Физико-химические основы материаловедения
Металлические материалы

N	Вопрос	Варианты ответа
1	Жидкотекучесть-это способность металла ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. легко растекаться и заполнять полностью литейную форму 2. не разрушаясь, сопротивляться действию прикладываемых внешних сил 3. деформироваться без разрушения при приложении внешних сил 4. оказывать сопротивление ударным нагрузкам 5. восстанавливать форму после прекращения действия приложенных внешних сил
2	Определите дефект кристаллической решетки 	<ol style="list-style-type: none"> 1. виды дефектов кристаллической структуры и фазы дислокационной схемы пластического сдвига 2. искажение решетки при вакансии 3. схема образования и миграции вакансии 4. примесные (чужеродные) атомы 5. межузельные атомы
3	Расшифруйте марку сплава КЧ 37-12	
4	Маркировка стали 40Г это	<ol style="list-style-type: none"> 1. углеродистая инструментальная сталь 2. легированная цементуемая сталь 3. электромагнитная сталь 4. углеродистая конструкционная сталь с повышенным содержанием марганца 5. углеродистая конструкционная качественная сталь с повышенным содержанием марганца
5	Укажите содержание Zn (%) в сплаве ЛК 80-3	<ol style="list-style-type: none"> 1. 80% 2. 3% 3. 83% 4. 17% 5. цинка в сплаве нет

Оценочный материал по контрольной работе №1

Вопрос	1	2	3	4	5	Σ
Баллы	4	4	4	4	4	20

Раздел 3-5. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 5 вопросов.

Основы коррозии металлов. Принципы и методы защиты от коррозии
Неметаллические материалы
Экономически обоснованный выбор материалов

№	Вопрос	Ответ
1	Определение термина коррозия	
2	Особенности защиты конструкционных материалов от атмосферной коррозии	
3	Строение и свойства пластмасс. Основные разновидности промышленных полимеров и пластмасс	
4	Структура и свойства композиционных материалов	
5	Критерии и алгоритм выбора конструкционных материалов	

Оценочный материал по контрольной работе № 2

Вопрос	1	2	3	4	5	Σ
Баллы	4	4	4	4	4	20

Примеры вопросов к итоговой контрольной работе. Максимальная оценка – 40 баллов.

1. Строение металлических материалов. Основные типы кристаллических решеток. Примеры. Анизотропия свойств.
2. Строение реальных кристаллов (дефекты и их влияние на свойства металлов и сплавов).
3. Характерные свойства металлов и сплавов. Классификация металлов. Применение в химической технологии.
4. Кристаллизация металлов и сплавов – самопроизвольная (аспекты термодинамики) и на искусственных центрах кристаллизации.
5. Аллотропические превращения металлов. Примеры Fe, Sn, Ti и др.
6. Механические свойства. Показатели механических свойств, определяемые при статических испытаниях на растяжение. Показатели механических свойств, определяемые при динамических и циклических нагрузках.
7. Основы теории сплавов (фазовый состав сплавов). Твердые растворы, механические смеси, химические соединения.
8. Диаграммы «состав – свойство». Правило Курнакова – Жемчужного.
9. Железо и сплавы на его основе. Классификация и оценка свойств.
10. Диаграмма состояния Fe – Fe₃C.

11. Стали. Классификация. Строение на примере фазовых диаграмм.
12. Стали. Влияние углерода и примесей на свойства.
13. Маркировка углеродных и легированных сталей.
14. Углеродистые и легированные стали. Влияние легирующих элементов на свойства стали.
15. Конструкционные стали (углеродистые и легированные). Области применения. Маркировка.
16. Легированные стали. Классификация. Структура, свойства, маркировка.
17. Коррозионно-стойкие (нержавеющие) стали. Свойства. Маркировка.
18. Инструментальные стали и сплавы. Свойства. Маркировка.
19. Чугуны. Классификация. Влияние основных элементов на свойства. Маркировка.
20. Высокопрочные чугуны. Состав, структура, свойства. Маркировка.
21. Ковкие чугуны. Получение, состав, свойства, структура. Маркировка.
22. Термическая обработка стали. Цели, задачи, виды. Природа, механизм и условия протекания структурных превращений стали (Примеры на фрагменте диаграммы состояния Fe-Fe₃C).
23. Отжиг стали. Виды, назначение. Температурный режим.
24. Закалка и отпуск. Режимы закалки и отпуска.
25. Диаграмма изотермических превращений аустенита. Мартенситные превращения.
26. Влияние термической обработки на свойства стали. Закливаемость и прокаливаемость сталей.
27. Принципы и химические процессы химико-технологической обработки.
28. Цементация. Назначение, режим, технологии.
29. Азотирование. Назначение, режим, технологии.
30. Диффузионное насыщение металлами и неметаллами. Назначение, режим, технологии.
31. Антифрикционные материалы.
32. Цветные металлы и сплавы на их основе. Сравнительная оценка свойств и возможности применения в химической технологии.
33. Медь и сплавы на основе меди. Классификация. Оценка свойств. Маркировка.
34. Алюминий и сплавы на основе алюминия. Классификация. Оценка свойств. Маркировка.
35. Композиционные металлические материалы. Классификация. Принципы организации (примеры).
36. Сплавы на основе титана. Свойства, классификации (α , β , $\alpha+\beta$ модификации). Применение в промышленности.
37. Тугоплавкие металлы и сплавы. Сравнительная оценка свойств.
38. Легкоплавкие металлы. Сравнительная оценка свойств.
39. Принципы подбора конструкционных материалов для химико-технологических систем.
40. Ниобий, молибден, хром и сплавы на их основе. Оценка свойств.
41. Магниево-сплавов. Оценка свойств. Области применения.
42. Бериллий и сплавы. Оценка свойств. Области применения.
43. Неметаллические материалы. Основные свойства. Классификация. Применение.
44. Материалы на основе высокомолекулярных соединений. Строение и свойства полимеров.
45. Терморезистивные и термопластичные полимеры.
46. Строение и свойства пластмасс. Основные разновидности промышленных полимеров и пластмасс.
47. Особенности строения, свойства резиновых материалов. Резины общего назначения, специальные резины и области их применения.

48. Лакокрасочные материалы (ЛКМ). Основные виды ЛКМ. Краски, лаки, грунтовка, шпатлевка.
49. Силикатные материалы. Классификация. Области применения.
50. Керамические материалы. Конструкционная, инструментальная и техническая керамика.
51. Неорганическое стекло. Классификация стекол по назначению и области применения. Ситаллы.
52. Графит. Асбест. Свойства и области применения.
53. Абразивные материалы. Акустический метод неразрушающего контроля абразивных материалов.
54. Композиционные материалы (КМ). Общая характеристика композиционных материалов. Дисперсно-упрочненные КМ, слоистые КМ, волокнистые КМ.
55. Композиционные материалы на металлической и неметаллической основе.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Для дисциплин, завершающихся зачетом: Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Сапунов, С. В. *Материаловедение : учебное пособие* / С. В. Сапунов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1793-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211805> (дата обращения: 19.04.2022).
2. Земсков, Ю. П. *Материаловедение : учебное пособие* / Ю. П. Земсков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-3392-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206225> (дата обращения: 19.04.2022).
3. Солнцев, Ю. П. *Специальные материалы в машиностроении : учебник* / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, В. Ю. Пирирайнен. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 664 с. — ISBN 978-5-8114-3921-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118630> (дата обращения: 19.04.2022).
4. Наумов, С. В. *Материаловедение. Защита от коррозии : учебно-методическое пособие* / С. В. Наумов, А. Я. Самуилов. — Казань : КНИТУ, 2012. — 84 с. — ISBN 978-5-7882-1280-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73297> (дата обращения: 19.04.2022).
5. Мельников, В. Н. *Материаловедение и технологии современных и перспективных неметаллических материалов : учебное пособие* / В. Н. Мельников. — Екатеринбург : УрФУ, 2013. — 168 с. — ISBN 978-5-7996-0856-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/98932> (дата обращения: 19.04.2022).
6. Жуков, А. П. *Композиционные материалы на полимерной основе: учебное пособие* / А. П. Жуков, А. А. Абрашов, Т. А. Ваграмян. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 212 с. : ил. - ISBN 978-5-7237-1000-9.
7. Жуков, А. П. *Композиционные материалы на металлической основе: учебное пособие* / А. П. Жуков, А. А. Абрашов, Т. А. Ваграмян. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 67 с. : - ISBN 978-5-7237-1048-1.

8. Материаловедение и основы технологии конструкционных материалов: тестовые задания : Учебные пособия / О. А. Василенко, Д. В. Мазурова, И. С. Страхов. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. - 158 с.
9. Лабораторный практикум по материаловедению: учебное пособие / Н. С. Григорян [и др.]. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. - 147 с. : ил. - ISBN 978-5-7237-1076-4.
10. Жуков, А. П. Сталь: терминологический словарь : Учебное пособие / А. П. Жуков. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. - 129 с. : ил.; - 100 экз. - ISBN 978-5-7237-1412-0.

Б. Дополнительная литература

1. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: методическое пособие / сост. Т. А. Ваграмян [и др.]. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. - 24 с. : ил.
2. Материаловедение: учеб. Пособие / А.П.Жуков, А.А. Абрашов, Д.В. Мазурова, Т.А. Ваграмян; М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. -138 с.
3. Каллистер, У. Материаловедение: от технологии к применению (металлы, керамики, полимеры) : учебник / У. Каллистер, Д. Ретвич ; под редакцией А. Я. Малкина ; перевод с английского А. Я. Малкина. — Санкт-Петербург : НОТ, 2011. — 896 с. — ISBN 978-5-91703-022-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4290> (дата обращения: 19.04.2022).
4. Беляков А. В. Коррозионная стойкость тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: учеб. пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2008. – 160 с.
5. Материаловедение и технология металлов: учебник для вузов / Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман , В.М. Матюнин ; Ред. Г.П. Фетисов. - М. : Высш. шк., 2001. - 638 с. - ISBN 5-06-003616-
6. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : Учебник / В. Б. Арзамасов [и др.] ; ред. В. Б. Арзамасов, А. А. Черепашин, 2007. - 447 с.
7. Жуков А.П., Основы материаловедения. ч. I. Металловедение. РХТУ им. Д.И.Менделеева, м., 1999. – 155 с.
8. Жуков А.П., Малахов А.И. Основы металловедения и теории коррозии. - М., Высшая школа. 1991. – 169 с.
9. Химическая стойкость полимерных материалов [Текст] : учебное пособие / О. А. Василенко, Ю. В. Коршак, 2020. - 110 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

1. Журнал «Стекло и керамика» ISSN 0131-9582
2. Журнал «Reviews on advanced materials science» ISSN 1605-8127
3. Журнал «Вопросы материаловедения» ISSN 1994-6716
4. Журнал «Материаловедение» ISSN 1694-7193
5. Журнал «Новости материаловедения. Наука и техника» ISSN 2307-8952
6. Журнал «Перспективные материалы» ISSN 1028-978X
7. Журнал «Авиационные материалы и технологии» ISSNа 2071-9140
8. Журнал «Письма о материалах» ISSN 2410-3535

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет (*при необходимости*):

1. <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета. Поиск книг и журналов
2. <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека

3. <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
4. <http://lib.msu.ru> - Научная библиотека Московского государственного университета
5. <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
6. <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
7. <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
8. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16, (общее число слайдов – 800);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100);

10. 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 01.06.2022 составляет 1 716 243 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Материаловедение и защита от коррозии*» проводятся в очной форме и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран. Специализированное оборудование для проведения лабораторных работ.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплект презентаций к лекционным курсам; наборы образцов различных материалов и покрытий.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, локальная сеть с выходом в интернет. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы: информационно-методические материалы, учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционной дисциплины; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине. электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционной дисциплины; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтер, проектор, экран; копировальный аппарат; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

№ 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 В составе: 1) В составе Microsoft Office Professional Plus 2019: <ul style="list-style-type: none">• Word• Excel• Power Point• Outlook• OneNote• Access• Publisher• InfoPath 2) Microsoft Core CAL	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	657 комплектов. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 Каждый комплект включает: 1) Лицензию на комплекс для создания презентаций, электронных текстов и таблиц, обработки баз данных Microsoft Office. 2) Лицензию для подключения пользователей к серверным системам Microsoft: <ul style="list-style-type: none">• Exchange	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

	3)Microsoft Windows Upgrade		<ul style="list-style-type: none"> • Server Standard, Exchange Server Enterprise, • SharePoint Server, • Skype для бизнеса Server, • Windows MultiPoint Server Premium, • Windows Server Standard, • Windows Server Data Center <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>	
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	бессрочно

	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 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)
6	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP 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	<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>	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)
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>	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	<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>	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	<p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License</p> <p>По для защиты</p>	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	2000 лицензий для почтовых серверов	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию)

информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов			продукта)
--	--	--	-----------

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Физико-химические основы материаловедения</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные классы современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - состав и структуру современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - характеристики современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - принятую в Российской Федерации маркировку основных промышленных материалов; - взаимосвязь между структурой, свойствами и условиями эксплуатации современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать и управлять свойствами современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - определять основные свойства современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - подбирать материалы с высокими эксплуатационными характеристиками для заданных условий эксплуатации. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами определения свойств современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; 	<p>Оценка за контрольную работу № 1</p> <p>Оценка за итоговую контрольную работу</p> <p>Оценка за реферат</p>

	- методами защиты машин и аппаратов химических производств от коррозии.	
Раздел 2. Металлические материалы	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные классы современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - состав и структуру современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - характеристики современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - принятую в Российской Федерации маркировку основных промышленных материалов; - взаимосвязь между структурой, свойствами и условиями эксплуатации современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать и управлять свойствами современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - определять основные свойства современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - подбирать материалы с высокими эксплуатационными характеристиками для заданных условий эксплуатации. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами определения свойств современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - методами защиты машин и аппаратов химических производств от коррозии. 	<p>Оценка за контрольную работу № 1</p> <p>Оценка за итоговую контрольную работу</p> <p>Оценка за реферат</p>

<p>Раздел 3. Основы коррозии металлов. Принципы и методы защиты от коррозии.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные классы современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - состав и структуру современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - характеристики современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - принятую в Российской Федерации маркировку основных промышленных материалов; - взаимосвязь между структурой, свойствами и условиями эксплуатации современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать и управлять свойствами современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - определять основные свойства современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - подбирать материалы с высокими эксплуатационными характеристиками для заданных условий эксплуатации. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами определения свойств современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - методами защиты машин и аппаратов химических производств от коррозии. 	<p>Оценка за контрольную работу № 2</p> <p>Оценка за итоговую контрольную работу</p> <p>Оценка за реферат</p>
---	--	---

<p>Раздел 4. Неметаллические материалы.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные классы современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - состав и структуру современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - характеристики современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - принятую в Российской Федерации маркировку основных промышленных материалов; - взаимосвязь между структурой, свойствами и условиями эксплуатации современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать и управлять свойствами современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - определять основные свойства современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - подбирать материалы с высокими эксплуатационными характеристиками для заданных условий эксплуатации. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами определения свойств современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - методами защиты машин и аппаратов химических производств от коррозии. 	<p>Оценка за контрольную работу № 2</p> <p>Оценка за итоговую контрольную работу</p> <p>Оценка за реферат</p>
<p>Раздел 5. Экономически обоснованный выбор материалов.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные классы современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - состав и структуру современных 	<p>Оценка за контрольную работу № 2</p> <p>Оценка за итоговую контрольную работу</p>

	<p>материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота;</p> <ul style="list-style-type: none"> - характеристики современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - принятую в Российской Федерации маркировку основных промышленных материалов; - взаимосвязь между структурой, свойствами и условиями эксплуатации современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать и управлять свойствами современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - определять основные свойства современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - подбирать материалы с высокими эксплуатационными характеристиками для заданных условий эксплуатации. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами определения свойств современных материалов, используемых, в частности, в технологиях органических соединений азота; - методами защиты машин и аппаратов химических производств от коррозии. 	Оценка за реферат
--	---	-------------------

13. 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;

– 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
«Материаловедение и защита от коррозии»**

**Направление подготовки 18.05.01 Химическая технология
энергонасыщенных материалов и изделий**

**Специализация № 1– «Химическая технология органических соединений
азота»**

Форма обучения: очная

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

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

«25» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электротехника и промышленная электроника

Направление подготовки 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий

Специализация №1 «Химическая технология органических соединений азота»

Специализация №2 «Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив»

Квалификация: инженер

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«25» мая 2022 г.

Председатель _____ **Н.А. Макаров**

Москва 2022 г.

Программа составлена:

заведующим кафедрой процессов и аппаратов химической технологии, д.т.н.
Л.В. Равичевым,
доцентом кафедры процессов и аппаратов химической технологии, к.т.н.
В.Я. Логиновым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры процессов и аппаратов химической технологии
«12» апреля 2022 г., протокол № 11

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) подготовки инженеров по направлению 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий, рекомендаций методической комиссии, а также на основании накопленного опыта преподавания предмета кафедрой электротехники и электроники и кафедрой процессов и аппаратов химической технологии РХТУ.

Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра и относится к базовой части Блока 1. Предшествующими дисциплинами являются высшая математика, физика, информатика.

Цель дисциплины – формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих теоретическую и практическую подготовку выпускника, умеющего выбирать и эксплуатировать электротехнические и электронные устройства, владеющего навыками использования современных информационных технологий для автоматизированного моделирования и расчёта электрических и электронных цепей.

Задачи изучения дисциплины:

- развитие понимания физической сущности явлений и законов функционирования электрических и электронных цепей;
- освоение студентами методологии автоматизированного моделирования и расчёта электрических и электронных цепей;
- получение практических навыков экспериментального определения и анализа функциональных характеристик электротехнического и электронного оборудования для его выбора и эксплуатации в химико-технологических процессах и производствах.

Дисциплина «Электротехника и промышленная электроника» преподаётся в 4 семестре. Контроль успеваемости студентов ведётся по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Универсальные компетенции (УК) и индикаторы их достижения:

Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.	УК-2.1. Знает правила и условия при выполнении конструкторской документации проекта. УК-2.4. Умеет определять ожидаемые результаты проектирования элементов оборудования химической промышленности. УК-2.6. Умеет решать конкретные задачи проекта

	требуемого качества и за установленное время.
--	---

Общепрофессиональные компетенции (ОПК) и индикаторы их достижения:

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
ОПК-1. Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач профессиональной деятельности;	ОПК-1.21. Владеет методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента.
ОПК-3. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационных технологий и с учетом требований информационной безопасности.	ОПК-3.3. Умеет работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные понятия, определения и законы электрических цепей;
- методы автоматизированного моделирования, анализа и расчёта цепей постоянного и переменного токов, методологию электротехнических измерений;
- устройство и принципы работы электротехнического и электронного оборудования, трансформаторов, электрических машин, источников питания.

Уметь:

- применять технологии автоматизированного моделирования, анализа, расчёта и эксплуатации электрических сетей, промышленного электрооборудования и электронных приборов;
- выбирать электротехническое и электронное оборудование для решения задач проектирования и реализации химико-технологических процессов и производств.

Владеть:

- методологией автоматизированного моделирования и расчёта электрических и электронных цепей;

- практическими навыками работы с электротехнической аппаратурой и электронными устройствами.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,3	48	36
Лекции	0,4	16	12
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,9	32	24
Самостоятельная работа (СР)	1,7	60	45
Контактная самостоятельная работа	-	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,6	20	15
Контрольные работы	1,1	40	30
Виды контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часов акад.				
		Всего	Лек	ЛЗ	СР	Экз
	Введение	1	1			
1	Раздел 1. Электрические цепи	45	5	10	30	
1.1	Основные определения, описания параметров и методов расчёта электрических цепей	11	1	-	10	
1.2	Электрические измерения и приборы	17	2	5	10	
1.3	Анализ и расчёт линейных цепей переменного тока	17	2	5	10	
2	Раздел 2. Электромагнитные устройства и электрические машины.	37	5	12	20	
2.1	Трансформаторы	19	3	6	10	
2.2	Асинхронные машины	18	2	6	10	
3	Раздел 3. Основы электроники	25	5	10	10	
3.1	Элементная база современных электронных устройств	13	3	5	5	

3.2	Источники вторичного электропитания и усилители электрических сигналов	12	2	5	5	
4	Подготовка к экзамену	36				36
	Всего часов	144	16	32	60	36

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Предмет, основные понятия, методология электротехники и промышленной электроники. Краткие исторические сведения. Задачи и место дисциплины в подготовке инженера техники и технологии.

РАЗДЕЛ I. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ

1.1. Основные определения, описания параметров и методов расчёта электрических цепей

Основные понятия и обозначения электрических величин и элементов электрических цепей (ГОСТ 19880-74, ГОСТ 1492-77, ГОСТ 2.730-73, ГОСТ 1494-77). Источники и приемники электрической энергии. Основы электробезопасности. Схемы замещения электротехнических устройств.

Основные понятия теории электрических цепей. Классификация цепей: линейные и нелинейные, неразветвленные и разветвленные, с одним и несколькими источниками питания, с сосредоточенными и распределенными параметрами.

Основные принципы, теоремы и законы электротехники. Принцип непрерывности (замкнутости) электрического тока и магнитного потока. Законы Ома и Кирхгофа.

Методы моделирования, анализа и расчёта линейных электрических цепей постоянного тока. Анализ и расчёт разветвленных электрических цепей с несколькими источниками питания путем составления и решения систем уравнений по законам Кирхгофа, применения методов узловых потенциалов и эквивалентного активного двухполюсника.

Основные свойства и области применения мостовых цепей, потенциометров, делителей напряжения и тока.

Матричная запись уравнений цепей в обобщенных формах.

1.2. Электрические измерения и приборы

Методы измерения электрических величин: прямые и косвенные. Аналоговые электроизмерительные и цифровые электронные приборы: устройство, принцип действия, области применения. Измерение электрических величин: токов, напряжений, сопротивлений, мощности и энергии.

1.3. Анализ и расчёт линейных цепей переменного тока

Способы представления (в виде временных диаграмм, векторов, комплексных чисел) и параметры (амплитуда, частота, начальная фаза) синусоидальных функций. Мгновенное, среднее и действующее значения переменного синусоидального тока (напряжения).

Активное, реактивное и полное сопротивление ветви. Фазовые соотношения между током и напряжением. Мощность в цепях переменного тока. Коэффициент мощности ($\cos(\varphi)$) и его технико-экономическое значение.

Применение алгебры комплексных чисел в электротехнике. Комплексный метод расчёта линейных схем цепей переменного тока. Комплексное сопротивление и комплексная проводимость ветви. Комплексная мощность и баланс мощности в цепях переменного синусоидального тока.

Резонансные явления в электрических цепях, условия возникновения, практическое значение. Резонанс напряжений и токов. Частотные свойства цепей переменного тока. Понятие о линейных четырёхполюсниках. Понятие об электрических цепях с индуктивной (магнитной) связью.

Анализ и расчёт трёхфазных цепей переменного тока. Элементы трёхфазных цепей. Способы изображения и соединения фаз трёхфазного источника питания и приемников энергии. Соединение потребителей электроэнергии звездой и треугольником. Трёх- и четырёхпроводные схемы питания приемников. Назначение нейтрального провода. Мощность трёхфазной цепи. Коэффициент мощности. Техника безопасности при эксплуатации устройств в трёхфазных цепях.

Применение для автоматизированного моделирования и расчёта цепей программных продуктов, разработанных на кафедре, а также пакетов программ «Multisim», «Mathcad», «Excel».

РАЗДЕЛ II. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ УСТРОЙСТВА И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

2.1. Трансформаторы

Назначение и области применения трансформаторов. Устройство и принцип действия однофазного трансформатора.

Анализ электромагнитных процессов в трансформаторе, схема замещения.

Потери энергии в трансформаторе. Внешние характеристики. Паспортные данные трансформатора и определение номинального тока, тока короткого замыкания в первичной обмотке и изменения напряжения на вторичной обмотке.

2.2. Асинхронные машины

Устройство и принцип действия трёхфазного асинхронного электродвигателя. Вращающееся магнитное поле статора. Магнитное поле машины.

ЭДС обмоток статора и ротора. Скольжение. Частота вращения ротора. Электромагнитный момент. Механические и рабочие характеристики.

Энергетические диаграммы. Паспортные данные.

Пуск асинхронных двигателей с короткозамкнутым и фазным ротором. Реверсирование и регулирование частоты вращения ротора.

РАЗДЕЛ III. ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ

3.1. Элементная база современных электронных устройств

Условные обозначения, принцип действия, характеристики и назначение полупроводниковых диодов, транзисторов, тиристоров.

Интегральные микросхемы, их назначение, классификация и маркировка.

3.2. Источники вторичного электропитания и усилители электрических сигналов

Полупроводниковые выпрямители: классификация, основные параметры. Электрические схемы и принцип работы выпрямителя. Электрические фильтры.

Классификация и основные характеристики усилителей. Анализ работы однокаскадных и многокаскадных усилителей. Обратные связи в операционных усилителях, их влияние на параметры и характеристики усилителя. Основные типы усилителей на базе ОУ.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:				
1	– - основные понятия, определения и законы электрических цепей;		+	+	+
2	– - методы автоматизированного моделирования, анализа и расчёта цепей постоянного и переменного токов, методологию электротехнических измерений;		+	+	+
3	– - устройство и принципы работы электротехнического и электронного оборудования, трансформаторов, электрических машин, источников питания.				
	Уметь:				
4	– - применять технологии автоматизированного моделирования, анализа, расчёта и эксплуатации электрических сетей, промышленного электрооборудования и электронных приборов;		+	+	+
5	– - выбирать электротехническое и электронное оборудование для решения задач проектирования и реализации химико-технологических процессов и производств.			+	+
	Владеть:				
6	– - методами автоматизированного моделирования и расчёта электрических и электронных цепей;		+	+	+
7	– - навыками практической работы с электрической аппаратурой и электронными устройствами.		+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие универсальные компетенции и индикаторы их достижения:					
8	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.	УК-2.1. Знает правила и условности при выполнении конструкторской документации проекта.	+	+	

		УК-2.4. Умеет определять ожидаемые результаты проектирования элементов оборудования химической промышленности.	+	+	+
		УК-2.6. Умеет решать конкретные задачи проекта требуемого качества и за установленное время.	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:					
9	ОПК-1 Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-1.21. Владеет методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента.	+	+	+
10	ОПК-3 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационных технологий и с учетом требований информационной безопасности.	ОПК-3.3 Умеет работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Рабочей программой дисциплины «Электротехника и промышленная электроника» практические занятия не предусмотрены.

6.2. Лабораторные занятия

Рабочей программой дисциплины «Электротехника и промышленная электроника» предусмотрено проведение лабораторных занятий в объёме 32 часов. Лабораторные занятия проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление практических знаний, полученных студентами на лекционных занятиях и самостоятельной работе.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 40 баллов: 1, 2 лабораторная работа по 10 баллов, 3-6 по 5 баллов.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы лабораторных занятий	Часы
1	1	Неразветвлённые и разветвлённые электрические цепи синусоидального тока с активно-реактивными сопротивлениями. Резонанс напряжений и токов.	8
2	1	Трёхфазные электрические цепи при соединении потребителей электроэнергии звездой и треугольником.	8
3	2	Однофазный трансформатор.	4
4	2	Трёхфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором.	4
5	3	Выпрямительные устройства.	4
6	3	Транзисторы и их применение в усилителях.	4

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочим учебным планом для дисциплины «Электротехника и промышленная электроника» предусмотрена самостоятельная работа в объёме 60 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- выполнение контрольных работ по дисциплине;
- регулярное изучение разделов дисциплины на основе пройденного лекционного материала с использованием учебников и учебных пособий;
- подготовку к выполнению и защите лабораторных работ;
- работу на компьютере для освоения пакетов программ моделирования и расчёта электрических и электронных цепей;
- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Промежуточный рейтинговый контроль по дисциплине «Электротехника и промышленная электроника» складывается из оценки четырёх контрольных работ (максимум 5 баллов за контрольную работу) и оценки за лабораторный практикум (максимум 40 баллов).

Ответы на вопросы экзаменационного билета и решение экзаменационной задачи оцениваются максимум в 40 баллов.

Оценочные средства включают:

задания к контрольным работам (30 вариантов заданий к каждой из четырёх контрольных работ),

тесты к защите лабораторных работ (6 вариантов тестов к каждой из шести лабораторных работ),

30 экзаменационных билетов с тремя теоретическими вопросами и одной экзаменационной задачей.

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

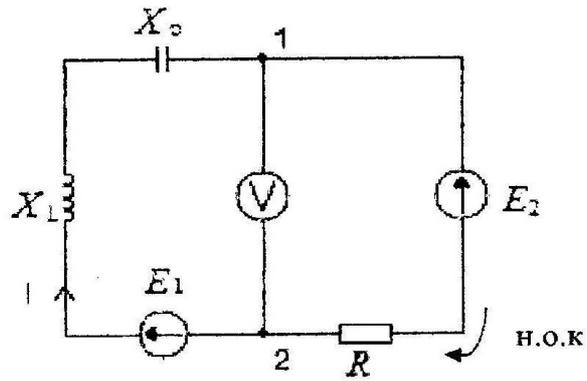
Студенты самостоятельно выполняют четыре контрольные работы на темы:

1. Расчёт неразветвлённых (параллельных) электрических цепей;
2. Расчёт разветвлённых (одноконтурных) электрических цепей;
3. Расчёт электрических цепей методом контурных токов;
4. Трёхфазные электрические цепи синусоидального тока: соединение трёхфазных потребителей электроэнергии звездой и треугольником.

Вариант контрольной работы №1

Дано: $e_1 = 60\sqrt{2} \sin(\omega t)$ (В); $\underline{E}_2 = j100$ (В); $R = 20$ Ом; $X_L = 10$ Ом;
 $X_C = 30$ Ом.

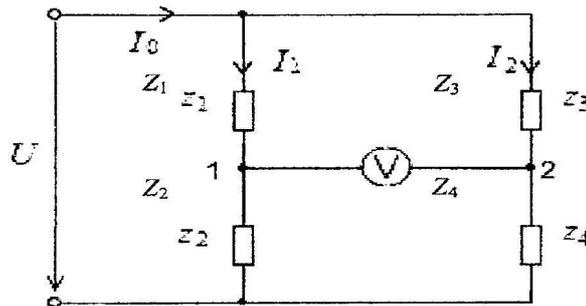
Найти: комплексное значение тока \underline{I} , его действующее значение I ; показание вольтметра, включённого между точками 1 и 2; полную комплексную мощность \underline{S} , активную мощность P и реактивную мощность Q .



Вариант контрольной работы № 2

Дано: $\underline{U} = 100 \text{ В}$; $\underline{Z}_1 = 0 + jX_L = j6 \text{ (Ом)}$; $\underline{Z}_2 = R + j0 = 8 \text{ (Ом)}$; $\underline{Z}_3 = R + j0 = 6 \text{ (Ом)}$; $\underline{Z}_4 = 0 - jX_L = -j8 \text{ (Ом)}$.

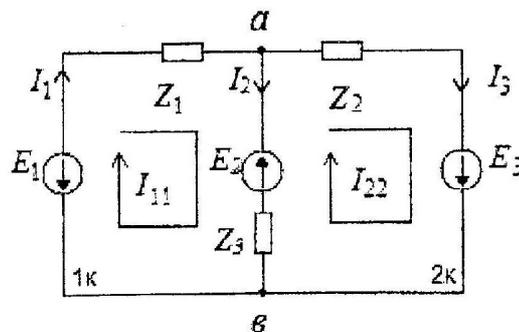
Найти: комплексные значения токов \underline{I}_0 , \underline{I}_1 , \underline{I}_2 и их действующие значения I_0 , I_1 , I_2 , показание вольтметра, включённого между точками 1 и 2, полную комплексную мощность \underline{S} , активную мощность P и реактивную мощность Q .



Вариант контрольной работы №3

Дано: $\underline{E}_1 = 6 + j6 \text{ (В)}$; $\underline{E}_2 = -6 - j6 \text{ (В)}$; $\underline{E}_3 = 8 + j6 \text{ (В)}$; $\underline{Z}_1 = 1 + j \text{ (Ом)}$; $\underline{Z}_2 = -j \text{ (Ом)}$; $\underline{Z}_3 = 0 \text{ (Ом)}$.

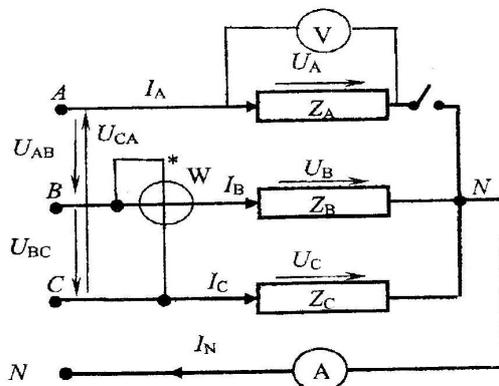
Найти: токи в ветвях \underline{I}_1 , \underline{I}_2 , \underline{I}_3 .



Вариант контрольной работы №4

Дано: $U_{\text{Л}} = 380$ (В); $Z_A = \infty$; $Z_B = X_L = 10$ (Ом); $Z_C = X_C = 10$ (Ом); $Z_N = 0$.

Найти: показания приборов, включённых в электрическую цепь, и построить векторную диаграмму токов и напряжений.



8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен)

Экзамен по дисциплине «Электротехника и промышленная электроника» включает контрольные вопросы по всем разделам учебной программы. Вопросы билета предусматривают развёрнутые ответы студента по достаточно объёмной тематике:

1. Однофазные и трёхфазные электрические цепи. Электрооборудование промышленных предприятий

1. Действующие значения синусоидального тока, ЭДС и напряжения. Основы электробезопасности.
2. Средние значения синусоидального тока, ЭДС и напряжения.
3. Изображение синусоидального тока и напряжения комплексными числами.
4. Синусоидальный ток в электрической цепи с активным сопротивлением.
5. Синусоидальный ток в электрической цепи с индуктивным сопротивлением.
6. Синусоидальный ток в электрической цепи с ёмкостным сопротивлением.
7. Последовательное соединение активного, индуктивного и ёмкостного сопротивлений.
8. Явление резонанса напряжений в электрической цепи синусоидального тока и его особенности.
9. Электрическая цепь синусоидального тока с параллельным соединением элементов. Проводимости цепи.
10. Явление резонанса токов в электрической цепи синусоидального тока и его особенности.
11. Коэффициент мощности потребителей электроэнергии и его экономическое значение.
12. Получение трёхфазной системы ЭДС.

13. Соединение трёхфазного потребителя электроэнергии звездой при симметричной нагрузке (соотношение токов и напряжений, векторная диаграмма).
14. Соединение трёхфазного потребителя электроэнергии треугольником при симметричной нагрузке (соотношение токов и напряжений, векторная диаграмма).
15. Мощности трёхфазной электрической цепи.
16. Соединение трёхфазного потребителя электроэнергии с нейтральным проводом (схема и формула для расчёта U_N).
17. Измерение активной мощности трёхфазных электрических цепей методом двух ваттметров.
18. Расчёт электрических цепей методами контурных токов и двух узлов.
19. Устройство и принцип действия трансформатора.
20. Схема замещения и приведение параметров трансформатора.
21. Потери мощности и КПД трансформатора.
22. Опыт холостого хода трансформатора и его назначение.
23. Опыт короткого замыкания трансформатора и его назначение.
24. Внешняя характеристика трансформатора и её влияние на режим работы потребителя электроэнергии.
25. Устройство трёхфазного асинхронного электродвигателя.
26. Принцип действия и реверс (изменение направления вращения) трёхфазного асинхронного электродвигателя.
27. Схема замещения и механическая характеристика трёхфазного асинхронного электродвигателя.
28. Способы пуска трёхфазного асинхронного электродвигателя.
29. Способы регулирования частоты (скорости) вращения трёхфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутой обмоткой ротора.
30. Способы регулирования частоты (скорости) вращения трёхфазного асинхронного электродвигателя с фазным ротором (с контактными кольцами).

II. Промышленная электроника

1. Полупроводниковый p - n переход и его свойства.
2. Полупроводниковые диоды, их свойства и область применения.
3. Принцип действия транзистора.
4. Схема включения транзистора с общей базой и её коэффициент усиления по току.
5. Схема включения транзистора с общей базой и её коэффициент усиления по напряжению.
6. Схема включения транзистора с общей базой и её коэффициент усиления по мощности.
7. Схема включения транзистора с общим эмиттером и её коэффициент усиления по току.
8. Схема включения транзистора с общим эмиттером и её коэффициент усиления по напряжению.
9. Схема включения транзистора с общим эмиттером и её коэффициент усиления по мощности.

10. Схема включения транзистора с общим коллектором и её коэффициент усиления по току.
11. Схема включения транзистора с общим коллектором и её коэффициент усиления по напряжению.
12. Схема включения транзистора с общим коллектором и её коэффициент усиления по мощности.
13. Однополупериодный выпрямитель, принцип действия, коэффициент пульсации выпрямленного тока.
14. Двухполупериодный выпрямитель, принцип действия, коэффициент пульсации выпрямленного тока.
15. Ёмкостной электрический фильтр в выпрямительной схеме и его влияние на коэффициент пульсации выпрямленного тока.
16. Индуктивный электрический фильтр в выпрямительной схеме и его влияние на коэффициент пульсации выпрямленного тока.

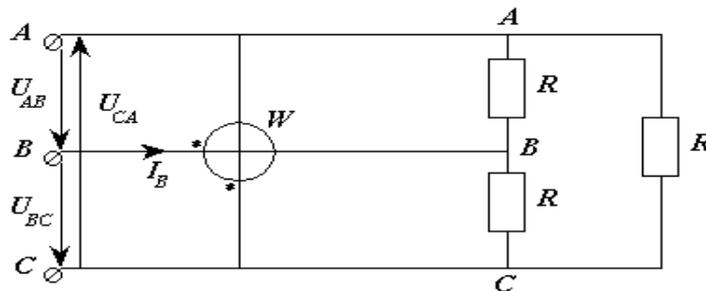
8.3. Структура и пример экзаменационных билетов

Экзамен по дисциплине «Электротехника и промышленная электроника» включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы экзамена оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 10 баллов, второй – 10 баллов, третий вопрос – 10 баллов, задача – 10 баллов.

Пример экзаменационного билета:

<p>«Утверждаю»</p> <p>зав.каф. ПАХТ</p>  Л.В. Равичев <p>«__» _____ 20__ г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра Процессов и аппаратов химической технологии <i>Дисциплина: Электротехника и промышленная электроника</i></p>
	<p>18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий</p>
<p>Билет № 1</p>	
<p>1. Последовательное соединение активного (R), индуктивного (X_L) и емкостного (X_C) сопротивлений.</p> <p>2. Схема включения транзистора с общим эмиттером и ее коэффициент усиления по току.</p> <p>3. Устройство трехфазного асинхронного электродвигателя.</p>	

4. В приведенной схеме определить P_W , если $U_{л} = 200\text{В}$, $R = 20\text{Ом}$.



9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная

1. Электротехника и основы электроники. Лабораторный практикум: учеб. пособие / Л.В. Равичев, В.Я. Логинов, Ю.А. Беляева, Ю.А. Комиссаров. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2018. – 76 с.
2. Сборник задач по электрическим цепям синусоидального тока с применением различных моделей в Mathcad и Multisim: учеб. пособие. / В.Я. Логинов, Ю.А. Беляева, Л.В. Равичев, И.И. Новикова, Е.А. Семенова, под. Ред. Ю.А. Комиссарова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2019. – 84 с.
3. Основы промышленной электроники: учеб. пособие / Ю.А. Комиссаров, Л.В. Равичев, В.Я. Логинов, Ю.А. Беляева. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020. - 104 с.
4. Комиссаров Ю.А., Новикова И.И., Семенова Е.А., Хлебалкин И.В., Ли-сицина В.В. Алгоритмы решения задач по электрическим цепям переменного тока. – М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2014. – 45 с.
5. Равичев Л.В., Комиссаров Ю.А., Беляева Ю.А., Киселев М.С. Расчет и выбор электрооборудования для химических производств. – учебное пособие / М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2017. – 64 с.

Б. Дополнительная

1. Комиссаров Ю.А., Навроцкая Л.В., Хлебалкин И.В., Семенова Е.А., Гаптунов В.Н. Лабораторный практикум по автоматизированному расчёту и моделированию электрических цепей. – М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2014. – 84 с.
2. Комиссаров Ю.А., Бабокин Г.И. Общая электротехника и электроника: учебник для вузов / Под ред. П.Д. Саркисова. – 2-е изд., испр. и доп. –

М.: ИНФРА-М, 2016. – 480 с. – Высшее образование: Бакалавриат). – [www/dx/doi/org/10/12737/13474](http://www.dx/doi/org/10/12737/13474).

3. Комиссаров Ю.А., Гордеев Л.С., Вент Д.П., Бабокин Г.И. Основы электротехники, микроэлектроники и управления. Теория и расчет: т. 1. Учебное пособие для вузов в 2 т. Под ред. Саркисова П.Д. – М.: Химия, 2007. – 451 с.
4. Комиссаров Ю.А., Гордеев Л.С., Вент Д.П., Бабокин Г.И. Основы электротехники, микроэлектроники и управления. Теория и расчет: т. 2. Учебное пособие для вузов в 2 т.. Под ред. Саркисова П.Д. – М.: Химия, 2007. – 311 с.
5. Рекус Г.Г. Электрооборудование химических производств: пособие по дипломному проектированию. – М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2006. – 68 с.
6. Рекус Г.Г., Чесноков В.Н. Лабораторный практикум по электротехнике и основам электроники: учебное пособие для неэлектротехнических специальностей вузов. -2-е изд., перераб. и дополненное. – М.: Высш. шк. 2001. – 255 с.
7. Комиссаров Ю.А., Семенова Е.А., Семенов Г.Н., Новикова И.И., Киселева И.М. Лабораторные и самостоятельные работы по трехфазным цепям синусоидального тока. – М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2009

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации.

- Презентации к лекциям.
- Раздаточный иллюстративный материал к лабораторным работам.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

Журнал «Электротехника» ISSN 0013-5860

Журнал «Электроника и электротехника» ISSN 2453-8884

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

<http://www.chem-eng.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- электронные учебные издания и методические материалы по контрольным и лабораторным работам;
- компьютерные презентации лекций;
- пакеты прикладных программ моделирования и расчета электрических цепей.

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: 16.05.2021).

– 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: 16.05.2021).

– 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: 16.05.2021).

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: 16.05.2021).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 16.05.2021).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 16.05.2021).

10. 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 01.01.2021 составляет 1 716 243 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

В соответствии с учебным планом занятия по рабочей программе дисциплины проводятся в форме лекций, лабораторных работ и самостоятельной работы.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе.

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Компьютерный класс с программным обеспечением для расчета электрических и электронных цепей.

11.2. Учебно-наглядные пособия.

Слайды презентаций для лекционного курса, печатные материалы для лекций и лабораторных работ.

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

Для самостоятельной работы каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к нескольким электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам), содержащим все издания основной литературы, перечисленные в рабочей программе дисциплины, сформированным на основании прямых договорных отношений с правообладателями.

Для проведения занятий при изучении дисциплины с применением электронного образования и дистанционных образовательных технологий используются компьютеры со средствами звуковоспроизведения, проектором, экраном и выходом в Интернет. Занятия проводятся в онлайн режиме с применением ЭИОС, Skype, Zoom, социальных сетей (ВК и др.), мессенджеров (WhatsApp и др.), электронной почты.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы.

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине, методические рекомендации к лабораторным занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, технологические справочники; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения.

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	14	бессрочно
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	14	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Форма, методы контроля и оценки
Раздел 1. Электрические цепи	Знает основные понятия, определения, зако-	Оценка за контрольную работу №1.

	<p>ны, методы моделирования, анализа и расчёта цепей постоянного и переменного электрических токов, основы электробезопасности.</p> <p>Умеет применять принципы построения, анализа, расчёта и эксплуатации электрических цепей и электрооборудования.</p> <p>Владеет методологией анализа и расчета электрических цепей, измерения электротехнических величин.</p>	<p>Оценка за лабораторную работу №1</p> <p>Оценка за контрольную работу №2.</p> <p>Оценка за лабораторную работу №2.</p> <p>Оценка за экзамен.</p>
<p>Раздел 2. Электромагнитные устройства и электрические машины</p>	<p>Знает устройство и принцип работы трансформаторов, электрических машин и источников питания.</p> <p>Умеет выбирать необходимые электрические устройства и машины для решения конкретной технологической задачи.</p> <p>Владеет навыками работы с электротехническим оборудованием.</p>	<p>Оценка за контрольную работу №3.</p> <p>Оценка за лабораторную работу №3</p> <p>Оценка за контрольную работу №4.</p> <p>Оценка за лабораторную работу №4.</p> <p>Оценка за экзамен.</p>
<p>Раздел 3. Основы электроники</p>	<p>Знает устройство и принцип работы электронных приборов (выпрямителей и усилителей).</p> <p>Умеет применять методологию выбора и эксплуатации промышленных электронных приборов.</p> <p>Владеет навыками работы с электронным оборудованием.</p>	<p>Оценка за лабораторную работу №5</p> <p>Оценка за лабораторную работу №6.</p> <p>Оценка за экзамен.</p>

13. 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 – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- 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
«Электротехника и промышленная электроника»
основной образовательной программы

18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий

Специализация №1 «Химическая технология органических соединений азота»

Специализация №2 «Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив»

Квалификация: инженер

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.

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

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

«25» мая 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Процессы и аппараты химической технологии»**

**Специальность 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий**

Специализации – №1-«Химическая технология органических соединений азота», №2-«Химическая технология полимерных композиций, порохов и твердых ракетных топлив»

Квалификация **инженер**

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«25» мая 2022 г.

Председатель _____ **Н.А. Макаров**

Москва 2022 г.

Программа составлена:

д.т.н., зав. кафедрой ПАХТ, профессором Равичевым Л.В.

к.т.н., доцентом кафедры ПАХТ Ильиной С.И.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры процессов и аппаратов химической технологии
«12» апреля 2022 г., протокол № 11

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ.

Программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий», специализации: №1-«Химическая технология органических соединений азота», №2-«Химическая технология полимерных композиций, порохов и твердых ракетных топлив», рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой процессов и аппаратов химической технологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение двух семестров.

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» относится к базовой части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, физики и физической химии.

Цель дисциплины – вместе с дисциплинами общей химической технологии, химических процессов и реакторов и другими связать общенаучную и общеинженерную подготовку химиков-технологов на основе изучения основ гидравлических, тепловых и массообменных процессов химической технологии, что необходимо при подготовке специалистов по данному направлению для научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности.

Задачи дисциплины:

- развитие понимания физической сущности и общности процессов химической технологии;
- освоение теоретических знаний в области протекания гидромеханических, тепловых и массообменных процессов;
- изучение конструкций аппаратов для проведения гидромеханических, а также тепло- и массообменных процессов;
- изучение алгоритмов решения практических задач, связанных с расчетом процессов и аппаратов для транспортировки жидкостей, разделения гетерогенных систем, тепло- и массообмена.

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» преподается в 5 и 6 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Универсальные компетенции (УК) и индикаторы их достижения:

Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.3. Знает технологические расчеты аппаратов химической промышленности. УК-2.10. Владеет навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности.
УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели.	УК-3.3. Умеет предвидеть результаты личных действий и планировать последовательность шагов для достижения заданного результата.
УК-8. Способен	УК-8.4. Умеет выявлять и устранять проблемы, связанные с

создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.	нарушениями техники безопасности на рабочем месте
--	---

Общепрофессиональные компетенции (ОПК) и индикаторы их достижения:

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
ОПК-2. Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование при проведении научного и технологического эксперимента, проводить обработку и анализ полученных результатов.	ОПК-2.1. Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета. ОПК-2.7. Умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса. ОПК-2.12. Владеет методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основы теории переноса импульса, тепла и массы;
- принципы физического моделирования процессов;
- основные уравнения движения жидкостей;
- основы теории теплопередачи;
- основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз;
- типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;
- методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов.
- основные принципы организации процессов химической технологии.

Уметь:

- определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи;
- рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса;

– рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему процесса.

Владеть:

– методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;

– методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования;

– методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических показателей работы аппаратов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5		6	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	11	396	5	180	6	216
Контактная работа – аудиторные занятия:	4,45	160	1,78	64	2,67	96
Лекции	1,78	64	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	-	-	0,89	32
Самостоятельная работа	4,55	164	2,22	80	2,33	84
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4,55	164	2,22	80	2,33	84
Виды контроля:						
Экзамен	2,0	72	1,0	36	1,0	36
Контактная работа – промежуточная аттестация	2,0	0,8	0,01	0,4	0,01	0,4
Подготовка к экзамену.		71,2	0,99	35,6	0,99	35,6
Вид итогового контроля:			экзамен		экзамен	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5		6	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	11	297	5	135	6	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	4,45	120	1,78	48	2,67	72
Лекции	1,78	48	0,89	24	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	24	-	-	0,89	24
Самостоятельная работа	4,55	123	2,22	60	2,33	63
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4,55	123	2,22	60	2,33	63
Виды контроля:						
Экзамен	2,0	54	1,0	27	1,0	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	2,0	0,6	0,01	0,3	0,01	0,3
Подготовка к экзамену.		53,4	0,99	26,7	0,99	26,7
Вид итогового контроля:			экзамен		экзамен	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1	Раздел 1. Гидродинамические процессы и аппараты химической технологии	80	16	16	8	40
1.1	Введение в дисциплину. Основные понятия и определения.	7	2	2	-	3
1.2	Основы теории переноса.	9	4	2	-	3
1.3	Гидростатика.	7	2	2	-	3
1.4	Гидродинамика.	19	4	4	4	7
1.5	Перемещение жидкостей.	38	4	6	4	24
2	Раздел 2. Тепловые процессы и аппараты химической технологии	80	16	16	8	40
2.1	Основные понятия и определения в теплопередаче.	9	2	2	-	5
2.2	Перенос энергии в форме теплоты.	23	10	6	-	7
2.3	Теплопередача в поверхностных теплообменниках.	48	4	8	8	28
3	Раздел 3. Процессы и аппараты разделения гомогенных систем (основные массообменные процессы).	120	24	24	8	64
3.1	Основные понятия и определения в массопередаче.	9	2	2	-	5
3.2	Механизмы переноса массы.	11	4	2	-	5
3.3	Фазовое равновесие.	11	2	4	-	5
3.4	Методы расчёта размеров массообменных колонных аппаратов.	27	6	6	-	15
3.5	Абсорбция.	31	4	4	4	19
3.6	Дистилляция. Ректификация.	31	6	6	4	15
4	Раздел 4. Процессы и аппараты разделения гетерогенных систем (основные гидромеханические процессы).	44	8	8	8	20
4.1	Разделение гетерогенных систем. Основные понятия и методы.	13	2	2	4	5
4.2	Осаждение.	9	2	2	-	5
4.3	Течение жидкости через неподвижные зернистые и псевдооживленные слои.	13	2	2	4	5
4.4	Фильтрация суспензий и очистка газов от пылей.	9	2	2	-	5
	ИТОГО	324	64	64	32	164
	Экзамен	72				
	ИТОГО	396				

4.2. Содержание разделов дисциплины.

Раздел 1. Гидродинамические процессы и аппараты химической технологии

1.1. Введение в дисциплину. Основные понятия и определения.

Предмет дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии». Классификация процессов. Непрерывные и периодические, стационарные и нестационарные процессы.

Основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов химической технологии.

Жидкости и газы. Классификация жидкостей. Идеальная жидкость. Капельные и упругие жидкости. Силы, действующие в жидкости: массовые и поверхностные. Напряжения в жидкостях и газах (тангенциальные и нормальные). Свойства жидкостей.

Модель непрерывной среды. Понятие физического элементарного объема.

1.2. Основы теории переноса.

Основы теории явлений переноса: анализ механизмов, моделирования и разработки обобщенных методов расчета гидромеханических, тепловых и массообменных процессов и аппаратов. Феноменологические законы переноса импульса, массы и энергии. Молекулярный и конвективный перенос. Общие закономерности гидродинамики, теплопередачи и массопередачи. Взаимосвязь этих процессов в промышленной аппаратуре. Роль явлений переноса при химических превращениях.

Материальные и энергетические (тепловые) балансы; определение массовых потоков и энергетических затрат. Условия равновесия и определение направления процессов переноса. Общий вид уравнений скорости процессов; движущие силы и кинетические коэффициенты. Лимитирующие стадии.

1.3. Гидростатика.

Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Покоящаяся жидкость под действием силы тяжести. Основное уравнение гидростатики. Практические приложения основного уравнения гидростатики.

1.4. Гидродинамика.

Баланс сил при движении вязкой несжимаемой жидкости. Уравнение неразрывности (сплошности) потока. Уравнение Навье-Стокса и его физический смысл.

Подобное преобразование уравнения Навье-Стокса. Безразмерные переменные - критерии гидродинамического подобия (Эйлера, Рейнольдса, Фруда, гомохронности), их физический смысл; параметрические критерии. Критериальное уравнение движения вязкой жидкости.

Уравнение движения Эйлера. Энергетический баланс стационарного движения идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости. Его практические приложения (истечение жидкостей, трубка Пито-Прандтля). Принципы измерения скоростей и расходов жидкости дроссельными приборами и пневмометрическими трубками. Определение расходов при истечении жидкостей через отверстия или насадки.

Гидродинамические режимы движения жидкостей: ламинарный и турбулентный.

Число Рейнольдса и его критические значения. Механизмы ламинарного и турбулентного течений. Понятие турбулентности. Представления о гидродинамическом пограничном слое при течении по трубам и каналам и при обтекании тел.

Расчет диаметра трубопроводов и аппаратов; выбор скоростей потоков и оптимального диаметра трубопроводов.

Распределение скоростей по радиусу трубы постоянного сечения при ламинарном стационарном течении. Течение в трубах и каналах. Определяющий поперечный размер потока в каналах произвольной формы: гидравлический радиус, эквивалентный диаметр.

Гидравлическое сопротивление при течении жидкостей и газов. Расчет потерь на трение (уравнение Дарси-Вейсбаха) и на местные сопротивления. Соотношения и

номограммы для расчета коэффициента трения. Зависимости между расходом и перепадом давления. Расчет напора для перемещения жидкостей через систему трубопроводов и аппаратов.

1.5. Перемещение жидкостей.

Перемещение жидкостей с помощью машин, повышающих давление. Объемные (поршневые, ротационные и др.) и динамические (центробежные, осевые и др.) насосы. Основные параметры работы гидравлических машин: производительность, напор, мощность, КПД.

Расчет напора и потребляемой мощности; подбор двигателя к насосу. Определение допустимой высоты всасывания. Явление кавитации и его предотвращение.

Особенности работы, сопоставление и области применения основных типов насосов - центробежных, поршневых (плунжерных) и др. Связь напора, мощности и КПД с производительностью (характеристики насосов). Работа насосов на сеть и их выбор; регулирование производительности.

Раздел 2. Тепловые процессы и аппараты химической технологии

2.1. Основные понятия и определения в теплопередаче.

Основные тепловые процессы в химической технологии: нагревание и охлаждение, конденсация паров и испарение жидкостей.

Стационарный и нестационарный перенос теплоты. Температурное поле, градиент температуры и тепловой поток; теплопередача и теплоотдача. Температуропроводность – теплоинерционные свойства среды.

2.2. Перенос энергии в форме теплоты.

Тепловой баланс как частный случай энергетического баланса. Определение тепловой нагрузки аппарата при изменении и без изменения агрегатного состояния. Расход теплоносителей.

Дифференциальное уравнение переноса энергии в форме теплоты, уравнение Фурье-Кирхгофа и теплопроводности.

Стационарный перенос теплоты через плоские и цилиндрические стенки. Сочетание механизмов переноса теплоты (теплопроводности, конвекции, излучения).

Конвективный перенос теплоты. Безразмерные переменные – числа Нуссельта, Пекле, Прандтля, Грасгофа, Фурье. Расчет коэффициентов теплоотдачи при вынужденной и естественной конвекции.

Теплообмен при изменении агрегатного состояния. Конденсация паров. Формула Нуссельта. Теплообмен при кипении.

Радиантный теплоперенос. Взаимное излучение тел. Радиантно-конвективный перенос теплоты. Расчет потерь теплоты аппаратами в окружающую среду и тепловой изоляции. Основное уравнение теплопередачи.

2.3. Теплопередача в поверхностных теплообменниках.

Теплопередача в поверхностных теплообменниках. Аддитивность термических сопротивлений. Средняя движущая сила теплопередачи. Определение средней движущей силы в аппаратах различных конструкций. Взаимное направление движения теплоносителей. Расчет поверхности теплообменников.

Способы подвода и отвода теплоты в химической технологии. Требования, предъявляемые к теплоносителям. Обогрев водяным паром, высокотемпературными органическими теплоносителями, топочными газами. Способы электрообогрева. Отвод теплоты водой, воздухом и низкотемпературными теплоносителями.

Теплообменные аппараты; их классификация. Основные типы поверхностных теплообменников (трубчатые, пластинчатые, аппараты с перемешивающими устройствами и т.д.) Смесительные теплообменники: градирни, конденсаторы смешения. Выбор оптимальных конструкций и условий эксплуатации теплообменных аппаратов. Основные тенденции совершенствования теплообменных аппаратов.

Раздел 3. Процессы и аппараты разделения гомогенных систем (основные массообменные процессы).

3.1. Основные понятия и определения в массопередаче.

Классификация процессов массообмена. Основные понятия и определения. Процессы со свободной и фиксированной границей раздела фаз и с разделяющей фазы перегородкой (мембраной). Носители и распределяемые вещества. Способы выражения состава фаз.

Физико-химические основы массообменных процессов. Равновесные условия и определение направления переноса вещества из фазы в фазу. Коэффициенты распределения. Понятие о массопередаче и массоотдаче.

Концентрационное поле, градиент концентрации, общий и удельный поток массы. Молекулярная диффузия в жидкостях, газах (парах) и твердых телах.

3.2. Механизмы переноса массы.

Уравнение неразрывности для двухкомпонентной системы.

Дифференциальное уравнение конвективного переноса массы в бинарных средах.

Диффузионный пограничный слой; профили концентраций и скоростей в потоках.

Коэффициенты массоотдачи. Основные модельные представления о механизме массоотдачи.

Моделирование конвективного массообмена. Числа Нуссельта, Пекле, Прандтля, Фурье и др., их физический смысл, аналогии с тепловым подобием применительно к газам и жидкостям. Расчет коэффициентов массоотдачи в аппаратах различных типов по уравнениям с безразмерными переменными.

Массопередача. Основное уравнение массопередачи. Соотношение между коэффициентами массопередачи и массоотдачи, аддитивность диффузионных сопротивлений. Интенсификация массопередачи путем воздействия на лимитирующую стадию.

Влияние условий (температуры, давления, концентраций) на направление массопереноса на примерах абсорбции; принципы выбора абсорбентов.

3.3. Фазовое равновесие.

Материальный баланс непрерывного установившегося процесса при различных способах выражения составов фаз и их расходов; уравнения рабочих линий.

Предельные концентрации распределяемого компонента в отдающей и извлекающей фазах для противоточных процессов. Максимально возможная степень извлечения, минимальный и оптимальный расходы извлекающей фазы.

3.4. Методы расчёта размеров массообменных колонных аппаратов.

Расчет поперечного сечения (диаметра) колонны; предельно допустимая и экономически оптимальная скорости сплошной фазы.

Рациональный выбор взаимного направления движения фаз и организации потоков в массообменных аппаратах. Расчет массообменных процессов и аппаратов для систем с одним распределяемым компонентом. Основы расчета высоты массообменных аппаратов с непрерывным и ступенчатым контактом фаз. Два основных метода расчета: на основе коэффициентов массопередачи и на основе понятия теоретической ступени разделения. Понятие числа единиц переноса и высоты единицы переноса. Фактор массопередачи. Средняя движущая сила массопередачи. Влияние продольного перемешивания на среднюю движущую силу массопередачи. Процедура расчета, основанная на объемных коэффициентах массопередачи. Графический и аналитический методы расчета.

Расчет высоты массообменных аппаратов со ступенчатым контактом фаз. Эффективность ступени по Мэрффри. Связь числа единиц переноса и локального КПД ступени по Мэрффри. Численный расчет «от ступени к ступени» и его графическая интерпретация с использованием «кинетической линии». Учет структуры потоков и КПД тарелки. Особенности расчета тарельчатых колонн на основе понятия теоретической тарелки. Число действительных и теоретических тарелок. Эффективность тарелки.

Рациональный выбор взаимного направления движения фаз и организации потоков в массообменных аппаратах.

3.5. Абсорбция.

Общие принципы устройства и классификация аппаратов для массообменных процессов в системах "газ(пар)-жидкость". Особенности конструкций абсорберов.

Основные типы и области применения абсорберов: насадочные и тарельчатые колонны, аппараты со сплошным и секционированным барботажным слоем, аппараты с диспергированием жидкости.

Схемы абсорбционно-десорбционных установок с выделением извлеченного компонента и регенерацией абсорбента (десорбцией при повышенной температуре, понижением давления, отдувкой инертным носителем).

3.6. Дистилляция. Ректификация.

Разделение дистилляцией жидких гомогенных смесей и сжиженных газов; области применения и особенности проведения процессов при различном давлении.

Парожидкостное равновесие для систем с полной и ограниченной взаимной растворимостью и его влияние на возможность разделения компонентов дистилляционными методами. Расчет равновесия для идеальных бинарных смесей.

Простая и фракционная перегонка; перегонка с дефлегмацией. Материальный баланс, расчет выхода продукта и его среднего состава при перегонке бинарных смесей. Схемы установок. Тепловые балансы и расчет расходов теплоносителей для этих процессов.

Ректификация. Физико-химические основы и особенности условий проведения процессов. Схемы установок для непрерывной и периодической ректификации бинарных смесей. Особенности устройства аппаратов (насадочных и тарельчатых колонн) и выбора режимов их работы при ректификации (по сравнению с абсорбцией). Особенности устройства и варианты работы испарителей и дефлегматоров.

Моделирование и расчет процессов и аппаратов при непрерывной ректификации бинарных систем. Основы численного и графоаналитического методов. Материальный баланс. Рабочие линии. Определение минимального и рабочего флегмового числа. Тепловой баланс и расчет расходов теплоносителей. Принципы технико-экономической оптимизации при расчете рабочего флегмового числа, размеров аппаратуры и энергетических затрат. Основы расчета тарельчатых и насадочных ректификационных колонн.

Раздел 4. Процессы и аппараты разделения гетерогенных систем (основные гидромеханические процессы).

4.1. Разделение гетерогенных систем. Основные понятия и методы.

Классификация жидких и газовых гетерогенных систем: суспензии, эмульсии, пены, пыли, туманы. Материальный баланс процессов разделения гетерогенных систем.

Оценка эффективности и выбор оптимальных процессов и аппаратов для разделения гетерогенных смесей.

4.2. Основы теории осаждения.

Разделение жидких и газовых систем в поле сил тяжести. Расчет скоростей свободного и стесненного осаждения твердых частиц шарообразной и отличных от нее форм в поле силы тяжести.

Процессы отстаивания и устройство аппаратов разделения суспензий, эмульсий и пылей. Расчет поверхности осаждения и производительности отстойников. Устройство и действие циклонов (простых и батарейных), гидроциклонов.

4.3. Течение жидкости через неподвижные зернистые и псевдоожуженные слои.

Значение гидродинамики зернистых слоев в процессах фильтрования, тепло- и массообмена, гетерогенного катализа и др. Основные характеристики этих слоев: дисперсность, удельная поверхность, порозность, эквивалентный диаметр каналов. Расчет гидравлического сопротивления слоя. Гидравлическое сопротивление слоев насадок промышленных массо- и теплообменных аппаратов.

Режимы течения потоков в насадочных колоннах. Гидравлическое сопротивление, явления подвисания, захлебывания и инверсии фаз и расчет соответствующих скоростей.

Гидродинамика псевдооживенных (кипящих) слоев. Область применения псевдооживения. Основные характеристики псевдооживенного состояния. Гидравлическое сопротивление. Расчет скоростей псевдооживения и свободного витания, высоты псевдооживенного слоя. Однородное и неоднородное псевдооживение. Особенности псевдооживения полидисперсных слоев. Пневмо- и гидротранспорт зернистых твердых материалов.

4.4. Фильтрование суспензий и очистка газов от пылей.

Специфика поведения осадков как зернистых слоев: сжимаемые и несжимаемые осадки. Виды фильтровальных перегородок. Факторы, влияющие на скорость фильтрования. Фильтрование при постоянной скорости фильтрования. Экспериментальное определение констант уравнения фильтрования. Классификация и устройство основных типов непрерывно и периодически работающих фильтров и фильтрующих центрифуг.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	– основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;	+	+	+	+
2	– методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов.	+	+	+	
	Уметь:				
3	– определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса;	+	+	+	+
4	– рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему.		+	+	+
	Владеть:				
5	– методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;	+	+	+	+
6	– методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования;	+	+	+	+
7	– методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических показателей работы аппаратов.	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие универсальные компетенции и индикаторы их достижения:					
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
8	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.3. Знает технологические расчеты аппаратов химической промышленности.		+	+
		УК-2.10. Владеет навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности.		+	+

9	УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели.	УК-3.3. Умеет предвидеть результаты личных действий и планировать последовательность шагов для достижения заданного результата.	+	+	+	+
10	УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.	УК-8.4. Умеет выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте.	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:						
11	ОПК-2. Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование при проведении научного и технологического эксперимента, проводить обработку и анализ полученных результатов.	ОПК-2.1. Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета.	+	+	+	+
		ОПК-2.7. Умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса.	+	+	+	+
		ОПК-2.12. Владеет методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ.

6.1. Практические занятия.

Предусмотрены практические занятия обучающегося в специалитете в объеме 64 акад. ч. (32 акад. ч в 5 сем., разделы 1 и 2; 32 ч в 6 сем., разделы 3 и 4).

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Основные свойства жидкостей и газов. Размерности величин. Расчет плотности и вязкости жидкостей и газов.	2
2	1	Уравнение неразрывности потока. Массовый и объемный расходы, средняя скорость. Распределение скоростей по поперечному сечению канала. Режимы течения жидкостей и газов.	2
3	1	Гидростатика. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Практическое приложение закона Паскаля.	2
4	1	Идеальная жидкость. Применение уравнения Бернулли для решения практических задач. Определение расходов с помощью дроссельных приборов. Истечение жидкости из сосуда.	2
5	1	Расчет гидродинамического сопротивления трубопроводов. Учет режимов течения жидкостей, шероховатости стенок труб и их кривизны, при различных режимах.	2
6	1	Расчет параметров насосов: производительности, напора, мощности, высоты всасывания.	2
7	1	Работа насоса на гидравлическую сеть. Выбор насосов.	2
8	1	Контрольная работа по гидродинамике.	2
9	2	Энергетические балансы в теплообменных аппаратах без изменения и с изменением агрегатного состояния теплоносителей.	2
10	2	Расчет движущей силы теплопередачи. Взаимное направление движения теплоносителей.	2
11	2	Уравнения теплопередачи. Коэффициенты теплопередачи и теплоотдачи. Размерность, порядок величин. Расчет поверхности теплообмена.	2
12	2	Теплопроводность. Расчет тепловых потоков и профилей температур при переносе теплоты теплопроводностью через однослойные и многослойные плоские стенки.	2
13	2	Расчет коэффициента теплопередачи через уравнение аддитивности термических сопротивлений.	2
14	2	Ориентировочный и поверочный расчет	4

		теплообменников для процессов подогрева, охлаждения, конденсации и испарения.	
15	2	Контрольная работа по теплообменным процессам.	2
16	3	Способы выражения состава фаз. Равновесные концентрации. Закон Генри.	2
17	3	Направление массопередачи. Построение рабочих и равновесных линий на примере процесса абсорбции. Движущая сила массопередачи.	2
18	3	Материальный баланс процесса абсорбции. Расчет расходов поглотителя и инертного носителя. Минимальный расход поглотителя.	2
19	3	Расчет высоты массообменных аппаратов с непрерывным контактом фаз.	2
20	3	Расчет коэффициентов массоотдачи и массопередачи. Аддитивность диффузионных сопротивлений.	2
21	3	Расчет высоты массообменных аппаратов со ступенчатым контактом фаз. Эффективность ступени по Мэрфри.	2
22	3	Контрольная работа по основам массопередачи.	2
23	3	Ректификация бинарных смесей. Равновесные данные. Относительная летучесть. Материальный баланс.	2
24	3	Непрерывная ректификация двухкомпонентных смесей. Минимальное и рабочее флегмовое число. Уравнения рабочих линий.	2
25	3	Тепловой баланс ректификационной колонны. Тепловые нагрузки испарителя и дефлегматора.	2
26	3	Определение основных размеров ректификационной колонны с непрерывным и ступенчатым контактом фаз.	2
27	3	Контрольная работа по ректификации.	2
28	4	Разделение гетерогенных систем. Материальный баланс. Расчет расходов потоков.	2
29	4	Осаждение. Элементы расчета аппаратов для осаждения.	2
30	4	Элементы гидродинамики неподвижных зернистых слоев и псевдооживление.	2
31	4	Фильтрование. Элементы расчета фильтровальных аппаратов.	2

6.2. Лабораторные занятия.

Лабораторные занятия по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» выполняются в соответствии с учебным планом в 6 семестре и занимают 32 академических часа. Лабораторные работы охватывают все разделы дисциплины (Разделы 1, 2, 3, 4). В практикум входят 8 работ, по 4 часа 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 «Процессы и аппараты химической технологии», а также дает знания о

практическом приложении теоретического материала, рассмотренного на лекциях и семинарах. Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 12 баллов (максимально 1,5 балла 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	Исследование режимов течения жидкости.	4
2	1	Гидродинамическое сопротивление трубопровода.	4
3	1	Изучение профиля скоростей в сечении трубопровода.	4
4	1	Изучение работы центробежного насоса.	4
5	2	Интенсивность теплопередачи в пластинчатом теплообменнике.	4
6	2	Время охлаждения жидкости при нестационарном теплообмене	4
7	2	Теплопередача в двухтрубном теплообменнике.	4
8	2	Изучение теплопередачи в четырёхходовом кожухотрубчатом теплообменнике.	4
9	2	Теплопередача в кожухотрубчатом стеклянном теплообменнике.	4
10	3	Изучение массоотдачи в жидкой фазе.	4
11	3	Определение коэффициента массоотдачи в газовой фазе.	4
12	3	Разделение простой перегонкой бинарной смеси изопропанол–вода.	4
13	3	Простая перегонка бинарной смеси вода–этиленгликоль.	4
14	3	Изучение процесса периодической ректификации бинарной смеси жидкостей.	4
15	4	Определение скорости свободного осаждения твёрдых частиц и всплытия пузырей в жидкостях.	4
16	4	Гидродинамика неподвижного и псевдооживленного зернистого слоя.	4
17	4	Изучение процесса фильтрования суспензий	4

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.

Рабочей программой дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» предусмотрена самостоятельная работа студента специалитета в объеме 80 ч плюс 35,6 ч (подготовка к экзамену) в 5 семестре и 84 ч плюс 35,6 ч (подготовка к экзамену) 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;
- выполнение домашних заданий по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам 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.

Оценочные средства для контроля по освоению материала Раздела 1 включают в себя оценку за домашнее задание (максимальная оценка 10 баллов) и контрольную работу (максимальная оценка 20 баллов). Контроль по Разделу 2 также проводится в форме домашнего задания (максимальная оценка 10 баллов) и контрольной работы (максимальная оценка 20 баллов). Итоговый контроль по разделам 1, 2 проводится в виде устного экзамена (5 семестр).

Оценочные средства для контроля по освоению материала в 6 семестре складываются из баллов за лабораторные занятия (максимальная оценка 12 баллов) и баллов, полученных в результате контроля по Разделам 3 и 4. Оценочные средства для контроля по освоению материала Раздела 3 включают в себя домашнее задание (максимальная оценка 10 баллов) и 2 контрольные работы (максимальная оценка 15 баллов за каждую работу). Контроль по Разделу 4 производится в виде оценки за домашнее задание (максимально 8 баллов). Итоговый контроль по Разделам 3, 4 проводится в виде устного экзамена (6 семестр).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры домашних заданий.

Домашнее задание по теме «Расчёт плотности и вязкости жидкостей и паров». Раздел 1. Максимальная оценка – 1 балл.

В смеситель за час поступает бензол в количестве 15 т, толуол в количестве 12 т и хлорбензол в количестве 10 т. Далее жидкая смесь направляется в теплообменный аппарат, где происходит её полное испарение. Атмосферное давление составляет 745 мм рт. ст.

Определите:

- 1) плотность и вязкость жидкой смеси, если её температура составляет 30 °С (0,5 балла);

2) плотность и вязкость паровой смеси, если её температура составляет 140 °С, а избыточное давление составляет 0,2 кгс/см² (0,5 балла).

Домашнее задание по теме «Расчёт скорости потока в трубе и подбор трубопровода».
Раздел 1. Максимальная оценка – 1,5 балла.

По трубе диаметром 14×3 мм движется жидкий анилин в количестве 0,4 т/ч, его температура составляет 60 °С. Далее жидкость поступает в испаритель, после которого паровой поток движется с тем же массовым расходом по трубе большего диаметра при нормальном атмосферном давлении и температуре, соответствующей температуре кипения жидкости.

Определите:

- 1) скорость потока жидкости в трубопроводе (0,5 балла);
- 2) подберите диаметр трубопровода для потока насыщенного пара (0,5 балла);
- 3) подберите диаметр трубопровода, для потока жидкости, если её массовый расход возрастёт втрое (0,5 балла).

Домашнее задание по теме «Расчёт гидравлического сопротивления трубопровода».
Раздел 1. Максимальная оценка – 2,5 балла.

По трубопроводу длиной 35 м и диаметром 14×3 мм из монтежу в закрытую ёмкость при температуре 50 °С перекачивается жидкость (анилин). Расход жидкости составляет 0,5 т/ч. Трубопровод гидравлически гладкий. Высота поёма жидкости 10 м.

На трубопроводе установлены:

диафрагма с диаметром отверстия 4,23 мм,
повороты (отводы) под прямым углом с относительным радиусом закругления 1 в количестве 6 шт.,
нормальный вентиль.

Определите:

- 1) коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси) (0,8 балла);
- 2) сумму коэффициентов местных сопротивлений (0,7 балла);
- 3) гидравлическое сопротивление трубопровода (Π_a) (0,5 балла);
- 4) избыточное давление в монтежу, если давление в верхней ёмкости 1,9 ата, а атмосферное давление 746 мм. рт. ст. (0,5 балла).

Домашнее задание по теме «Расчёт подбор центробежного насоса». Раздел 1.
Максимальная оценка – 5 баллов.

Центробежный насос подаёт органическую жидкость (анилин) из открытой ёмкости в напорный бак, находящийся выше на 10 м. Расход жидкости составляет 6 т/ч. Напорный бак находится под абсолютным давлением 2,1 кгс/см². Атмосферное давление составляет 741 мм. рт. ст., температура 40 °С. Транспортировка жидкости осуществляется по стальному трубопроводу с незначительной коррозией. Всасывающий трубопровод имеет диаметр 56×3,5 мм и длину 8 м, нагнетательный трубопровод диаметр 38×2 мм и длину 20 м. Сумма местных сопротивлений всасывающего трубопровода 6,5, нагнетательного трубопровода 26,5.

Определите:

- 1) потери напора во всасывающем и нагнетательном трубопроводах (1 балл);
- 2) напор насоса, необходимый для работы на данную сеть (1 балл);
- 3) максимальную высоту всасывающей линии, если число оборотов рабочего колеса центробежного насоса 2900 об/мин (1 балл);

- 4) марку насоса, при заданной производительности обеспечивающего напор, достаточный для работы на данную сеть, и при этом имеющего наименьшую мощность из всех насосов, подходящих для данной сети (1 балл);
- 5) мощность насоса по мощности гидравлической сети, сравнив её со справочным значением (1 балл).

Домашнее задание по теме «Ориентировочный расчёт теплообменных аппаратов».
Раздел 2. Максимальная оценка – 2 балла.

В одноходовом кожухотрубчатом теплообменнике производится охлаждение 45 т/ч органической жидкости (анилин) от начальной температурой 163 °С до конечной температуры 53 °С. Охлаждение производится водой, поступающей в трубное пространство теплообменника с начальной температурой 20 °С и покидающей теплообменник с конечной температурой 32 °С. Потери тепла в окружающую среду составляют 9 % от тепловой нагрузки теплообменного аппарата.

Определите:

- 1) тепловую нагрузку теплообменника (0,6 балла);
- 2) среднюю движущую силу теплопередачи (0,8 балла);
- 3) ориентировочную поверхность теплопередачи (0,6 балла).

Домашнее задание по теме «Поверочный расчёт пластинчатого холодильника». Раздел 2.
Максимальная оценка – 4 балла.

В пластинчатом теплообменнике производится охлаждение 71 т/ч органической жидкости (бензол) от 75 °С до 35 °С. В качестве хладагента используется вода, нагреваемая от 21 °С до 30 °С. Тепловыми потерями пренебречь. Пластинчатый теплообменник собран из 136 пластин площадью 0,6 м² каждая. Теплагент движется по двухпакетной схеме, хладагент - по однопакетной схеме. Выполнить поверочный расчёт теплообменника и определить коэффициент запаса теплообменника по поверхности теплопередачи.

Домашнее задание по теме «Поверочный расчёт кожухотрубчатого холодильника».
Раздел 2. Максимальная оценка – 4 балла.

Выполните поверочный расчёт вертикального кожухотрубчатого подогревателя, в котором производится нагрев 137 т/ч органической жидкости (бензол) от 22 °С до 56 °С. В качестве теплоагента используется насыщенный водяной пар, подающийся в межтрубное пространство теплообменника под избыточным давлением 5 кгс/см². Атмосферное давление 765 мм рт. ст. Тепловыми потерями пренебречь. При расчёте учесть загрязнения стенок труб теплообменника.

Характеристики теплообменника:

площадь поверхности $A_{то} = 40 \text{ м}^2$,

диаметр кожуха $D = 600 \text{ мм}$,

диаметр труб $\varnothing = 25 \times 2 \text{ мм}$,

число ходов $k = 1$,

число труб $N = 257$,

длина труб $L = 2 \text{ м}$.

Домашнее задание по теме «Материальный баланс и движущая сила процесса абсорбции».
Раздел 3. Максимальная оценка – 4 балла.

В абсорбер поступает 50000 м³/ч (в расчёте на нормальные условия) газовой смеси, содержащей 25 % об. абсорбата (углекислый газ) в инертном носителе (водород).

Абсорбер орошается жидким абсорбентом (метанол). Степень поглощения составляет 0,77. Процесс абсорбции происходит при давлении 3 МПа и температуре -36 °С. Десорбция производится сбросом давления до 0,0981 МПа при температуре -26 °С. Абсорбент после регенерации вновь подаётся в абсорбер при концентрации абсорбтива, соответствующей равновесному составу в десорбере. Коэффициент избытка поглотителя 1,5.

Определите:

- 1) мольный расход инерта, молярный межфазный поток абсорбтива и содержание абсорбата в выходящем газовом потоке (1 балл);
- 2) содержание абсорбтива во входящем и в выходящем потоке жидкости, мольный расход абсорбента (1 балл);
- 3) число единиц переноса и движущую силу процесса массопередачи по газовой и жидкой фазам (1 балл);
- 4) построить графики рабочей и равновесной линии (1 балл).

Домашнее задание по теме «Расчёт диаметра и высоты насадочной абсорбционной колонны». Раздел 3. Максимальная оценка – 2 балла.

В насадочной абсорбционной колонне при температуре 15 °С и давлении 0,4 МПа производится очистка 20000 м³/ч (расход приведён к н.у.) природного газа от содержащегося в нём диоксида углерода. Орошение колонны производится водным раствором диэтиламина.

Содержание диоксида углерода в природном газе 3 % об., степень поглощения 92 %. Коэффициент избытка поглотителя 1,28. Содержание диоксида углерода в абсорбенте, поступающем на орошение колонны, составляет 2 г/л. Равновесие в абсорбере описывается уравнением $Y^*=0,0278 \cdot X$.

Насадка абсорбционной колонны неупорядоченная, состоящая из керамических колец Рашига размером 50×50×5 мм. Коэффициент смачиваемости насадки 84 %.

Коэффициент массоотдачи в жидкой фазе 3 кмоль/(м²·ч), в газовой фазе 5 кмоль/(м²·ч).

Молярная масса инерта (природного газа) 18 кг/кмоль.

Молярная масса поглотителя (водного раствора диэтиламина) 19,6 кг/кмоль.

Плотность поглотителя 1015 кг/м³.

Вязкость поглотителя 1,27 мПа·с.

Определите:

- диаметр (1 балл);
 - высоту (1 балл)
- абсорбционной колонны.

Домашнее задание по теме «Расчёт насадочной ректификационной колонны». Раздел 3. Максимальная оценка – 4 балла.

В насадочной ректификационной колонне производится разделение 18 т/ч бинарной смеси бензол - толуол, содержание низкокипящего компонента в которой 35 % масс. Получаемый дистиллят содержит 90 % масс. низкокипящего компонента, а кубовая жидкость 2 % масс. низкокипящего компонента.

Определите:

- 1) массовый расход дистиллята и кубовой жидкости (0,5 балла);
- 2) минимальное флегмовое число и флегмовое число, если коэффициент избытка флегмы 1,57 (0,5 балла);
- 3) уравнения рабочих линий (0,5 балла);
- 4) тепловую нагрузку дефлегматора и расход охлаждающей воды, если она нагревается от 18 °С до 25 °С (0,5 балла);

- 5) тепловую нагрузку кипятильника и расход греющего пара, если его давление 4 кгс/см^2 (0,5 балла);
- 6) диаметр ректификационной колонны, если колонна заполнена внавал кольцами Рашига размером $25 \times 25 \times 3 \text{ мм}$ (0,5 балла);
- 7) число единиц переноса для верхней и нижней частей колонны (0,5 балла);
- 8) высоту колонны, если высота единицы переноса для верхней части колонны 1,14, высота единицы переноса для нижней части колонны 1,93 (0,5 балла).

Домашнее задание по теме «Осаждение». Раздел 4. Максимальная оценка – 2 балла.

Цилиндрический непрерывно действующий гребковый отстойник с поверхностью осаждения 10 м^2 используют для разделения при $30 \text{ }^\circ\text{C}$ 10 т/ч водной суспензии, содержащей 10 % масс. кварца (стеснённое осаждение). Осветленная вода содержит 0,1 % масс. кварца, а осадок имеет влажность 40 % масс.

Принять, что осаждение происходит в ламинарной области, проверив справедливость этого допущения в ходе расчёта (отклонением формы частиц от сферической пренебречь) (1 балл).

Каков минимальный размер частиц кварца, оседающих в отстойнике (0,5 балла)?

Изобразить схему устройства аппарата (0,5 балла).

Домашнее задание по теме «Движение жидкостей и газов через зернистые слои». Раздел 4. Максимальная оценка – 3 балла.

В вертикальный цилиндрический аппарат диаметром 1,4 м на сетку засыпан зернистый слой адсорбента высотой 0,4 м. Средний диаметр частиц слоя 2 мм, плотность этих частиц 800 кг/м^3 , фактор формы для них может быть принят равным 0,8, а порозность слоя в неподвижном состоянии составляет 0,4. Через слой необходимо пропускать $2,5 \text{ м}^3/\text{с}$ воздуха (с целью его осушки) с температурой $20 \text{ }^\circ\text{C}$ при нормальном атмосферном давлении. Изменением плотности воздуха при прохождении его через слой можно пренебречь. В каком состоянии будет находиться слой и каково его гидравлическое сопротивление для двух случаев:

- 1) воздух проходит через слой снизу вверх (1,5 балла);
- 2) сверху вниз (1,5 балла).

Домашнее задание по теме «Фильтрация». Раздел 4. Максимальная оценка – 3 балла.

На рамном фильтр-прессе требуется фильтровать водную суспензию, подаваемую под давлением 0,5 ати при температуре $20 \text{ }^\circ\text{C}$, с получением 10 м^3 фильтрата за полчаса. Опытное фильтрование данной суспензии на лабораторном фильтре поверхностью $0,1 \text{ м}^2$, проведённое с использованием той же фильтровальной перегородки и при том же перепаде давления, что и в промышленных условиях, дало следующие результаты: 4,17 литра фильтрата получалось за 0,058 часа, а 11,14 литра – за 0,35 часа.

Определить:

- 1) необходимую поверхность фильтрования промышленного фильтра (1,5 балла);
- 2) сопротивление фильтровальной перегородки (1,5 балла).

8.3. Примеры контрольных вопросов к лабораторным работам.

- Какие режимы движения наблюдают при течении жидкости? Как изменяется характер движения жидкостных частиц при переходе от одного режима к другому?
- Физический смысл критерия Рейнольдса. Чему равно нижнее и верхнее критические числа Рейнольдса для труб круглого сечения?

- Объясните принцип работы ротаметра.
- Опишите эпюру скоростей при ламинарном и турбулентном режимах течения.
- Каково соотношение между средней и максимальной скоростями при ламинарном и турбулентном режимах течения жидкости?
- Напишите уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Каков физический смысл слагаемых этого уравнения? Приведите примеры практического использования этого уравнения (измерение расхода).
- Какие способы переноса теплоты вы знаете? Какими способами переносится теплота в различных средах?
- Какие теплообменники, применяемые в химической промышленности, вы знаете?
- Какие теплоносители, используемые для подогрева и охлаждения в химической промышленности, вы знаете? Области их применения. Какие у них достоинства и недостатки?
- Как выбор взаимного направления движения теплоносителей влияет на теплообмен? В каком из теплообменников настоящей установки (подогревателе или «труба в трубе») взаимное направление теплоносителей не может влиять на процесс теплообмена?
- Влияние загрязнений на процесс теплообмена. В каком случае наличие загрязнений существенно снижает коэффициент теплопередачи?
- Влияние гидродинамики на процесс переноса теплоты. Как осуществляется турбулизация потока в теплообменных аппаратах?
- Зачем нужна тепловая изоляция? Принцип выбора тепловой изоляции.
- Дайте определения коэффициентам теплоотдачи и теплопередачи. Какова связь между ними?
- Основное уравнение массопередачи, коэффициент массопередачи его физический смысл и размерность.
- Уравнение массоотдачи, коэффициент массоотдачи, его размерность и физический смысл.
- Уравнение аддитивности фазовых сопротивлений. Проанализировать уравнение для случаев хорошо и плохо растворимых газов.
- Принципы интенсификации процессов массообмена. Влияние скорости движения фаз на процесс абсорбции.
- Основные критерии подобия диффузионных процессов и их физический смысл.
- Как выглядит уравнение рабочей линии для укрепляющей части ректификационной колонны. Описать, как строят рабочие линии на диаграмме $y-x$, сформулировав необходимые допущения.
- Составить уравнения материального баланса при разделении суспензий и вывести из них выражения для расчета массового расхода осветленной жидкости и осадка.
- Действительная и фиктивная (приведенная) скорости потока в зернистом слое. Каково соотношение между ними?
- Какой вид уравнения фильтрования при постоянном перепаде давления используется для экспериментального определения сопротивления осадка и фильтровальной перегородки?
- Сформулируйте схему расчёта скорости осаждения сферической и несферической частицы.
- Назвать и сопоставить основные способы разделения суспензий. Указать их преимущественные области применения.
- Охарактеризовать основные способы очистки газов от пыли. Указать их преимущественные области применения.

8.4. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины.

1. Контрольная работа по гидродинамике. Раздел 1. Максимальная оценка - 20 баллов.

Центробежный насос подаёт органическую жидкость (анилин) из открытой ёмкости в напорный бак, находящийся выше на 2 м. Расход жидкости составляет 0,5 т/ч. Напорный бак находится под избыточным давлением 1,8 ати. Атмосферное давление составляет 741 мм. рт. ст., температура 40 °С. Всасывающий трубопровод имеет диаметр 20×2,5 мм и длину 5 м, нагнетательный трубопровод диаметр 14×3 мм и длину 8 м. Коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси) принять для обоих трубопроводов равным 0,06. Сумма местных сопротивлений всасывающего трубопровода 6,5, нагнетательного трубопровода 37.

Определите:

- 1) потери напора во всасывающем и нагнетательном трубопроводах (7 баллов);
- 2) напор насоса, необходимый для работы на данную сеть (6 баллов);
- 3) максимальную высоту всасывающей линии, если число оборотов рабочего колеса центробежного насоса 2900 об/мин (7 баллов).

2. Контрольная работа по теплообменным процессам. Раздел 2. Максимальная оценка – 20 баллов.

Выполните поверочный расчёт вертикального кожухотрубчатого подогревателя, в котором производится нагрев 124 т/ч органической жидкости (метанол) от 20 °С до 58 °С. Для нагревания используется насыщенный водяной пар, подающийся в межтрубное пространство теплообменника под избыточным давлением 2 кгс/см². Атмосферное давление 745 мм рт. ст. Тепловыми потерями пренебречь. При расчёте учесть загрязнения стенок труб теплообменника.

Характеристики теплообменника:

Площадь поверхности $A = 61 \text{ м}^2$, диаметр кожуха $D = 600 \text{ мм}$, длина труб $L = 3 \text{ м}$, диаметр труб 25х2 мм, число ходов $k = 1$, число труб $N = 257$

3. Контрольная работа по основам массопередачи. Раздел 3. Максимальная оценка – 15 баллов.

В непрерывно действующем насадочном абсорбере производится улавливание паров бензола из паровоздушной смеси чистым соляровым маслом при следующих условиях:

- 1) Производительность абсорбера 1000 м³/ч паровоздушной смеси;
- 2) Давление в абсорбере 760 мм рт. ст, температура 30°С;
- 3) Содержание бензола в исходной смеси 5% об;
- 4) Улавливается 80% поступающего в абсорбер бензола;
- 5) Концентрация бензола в вытекающем из абсорбера масле составляет 75%, от равновесной с концентрацией входящего газа $X_k = 0,75 \cdot X^*(Y_H)$;
- 6) Диаметр абсорбера 1 м;
- 7) Насадка из колец Рашига 25×25×3;
- 8) Коэффициент смачивания насадки 0,95;
- 9) Коэффициент массопередачи $K_y = 0,7 \text{ кг бензола}/(\text{м}^2 \cdot \text{час} \cdot \text{кг бензола}/\text{кг возд.})$;
- 10) Уравнение равновесной линии $Y^* = 0,5 \cdot X$ (относительные массовые доли).

Определить:

- 1) Высоту насадки (6 баллов).
 - 2) Расход поглотителя (6 баллов).
- Составить схему аппарата (3 баллов).

4. Контрольная работа по ректификации. Раздел 3. Максимальная оценка - 15 баллов.

В ректификационную колонну с ситчатыми переливными тарелками поступает на разделение бинарная смесь бензол-толуол, содержание бензола в которой 35 % масс. В процессе разделения получают 3,6 т/ч дистиллята, содержащего 94 % масс. бензола, и кубовую жидкость, содержащую 94 % масс. толуола. Давление в колонне нормальное атмосферное. Относительная летучесть компонентов постоянна и равна 2,5.

Определить:

- 1) Массовые расходы исходной смеси и кубовой жидкости (3 балла).
- 2) Флегмовое число, найдя предварительно минимальное флегмовое число, и воспользовавшись корреляцией Джиллиленда $R = 1,3 \cdot R_{\min} + 0,3$ (3 балла).
- 3) Диаметр колонны по её нижнему сечению, приняв температуру жидкости и пара в этом сечении приблизительно равными 110 °С (3 балла).
- 4) Высоту колонны, если тарельчатый КПД колонны составляет 60%, а расстояние между тарелками 0,5 м (3 балла).
- 5) Построить рабочие линии ректификационной колонны (3 балла).

8.5. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины.

(5 семестр – экзамен, 6 семестр – экзамен).

Максимальное количество баллов за экзамен (5 семестр) – 40 баллов, за экзамен (6 семестр) – 40 баллов. Экзаменационные билеты содержат 4 вопроса.

1 вопрос – 12 баллов, вопрос 2 – 8 баллов, вопрос 3 – 8 баллов, вопрос 4 – 12 баллов.

8.5.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (5 семестр – экзамен).

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов.

Раздел 1

1. Вывод уравнения неразрывности. Какой вид имеет это уравнение при стационарном течении несжимаемой среды и при неустановившемся течении.
2. Вывод уравнения Навье – Стокса для одномерного движения. Каков физический смысл слагаемых?
3. Проведите подобное преобразование уравнений Навье-Стокса для неустановившегося течения с получением обобщенных переменных (критериев гидродинамического подобия). Каков общий вид критериального уравнения применительно к задаче определения потерь напора (давления)? Физический смысл критериев подобия.
4. Преобразование уравнений Навье – Стокса для покоящейся жидкости. Как получить уравнения Эйлера, основное уравнение гидростатики.
5. Вывод дифференциальных уравнений Эйлера для течения идеальной жидкости. Чем отличается идеальная жидкость от реальной?
6. Вывод дифференциальных уравнений Эйлера для равновесия жидкости.
7. Выведите основное уравнение гидростатики. Назовите практические приложения этого уравнения. Закон Паскаля.
8. Вывод уравнения для распределения скорости по радиусу трубы при стационарном ламинарном течении.
9. Вывод уравнения постоянства расхода для канала (трубопровода) с переменным поперечным сечением.
10. Вывод уравнения для расчета коэффициента гидравлического трения при ламинарном движении жидкости в трубе круглого поперечного сечения.
11. Вывод уравнения Бернулли для идеальной жидкости. Каков физический смысл слагаемых этого уравнения? Приведите примеры практического использования этого

- уравнения (измерение расхода).
12. Вывод уравнения Бернулли для идеальной жидкости. Опишите особенности движения реальной жидкости. Приведите вид уравнения Бернулли для реальной жидкости. Каков его энергетический смысл?
 13. Напор насоса, его энергетический смысл. Вывод формулы для расчета напора проектируемого к установке насоса. Вывод формулы для расчёта напора действующего насоса (через показания манометра и вакуумметра).
 14. Вывод формулы для расчета высоты всасывания насоса. От каких факторов зависит допустимая высота всасывания насосов? Ответ обоснуйте анализом формулы для расчета высоты всасывания.
 15. Закон внутреннего трения Ньютона, приведите его вид с необходимыми пояснениями; Динамический и кинематический коэффициенты вязкости.
 16. Что такое гидравлический радиус и эквивалентный диаметр? Расчет эквивалентного диаметра в канале с некруглым поперечным сечением. Приведите примеры.
 17. Охарактеризуйте ламинарное и турбулентное течения. Общие характеристики турбулентного течения. Изобразите, поясните и сопоставьте профили скоростей в трубопроводе при турбулентном и ламинарном режимах течения жидкости.
 18. Расчет диаметра трубопровода, выбор расчетных скоростей потока и примерные численные их значения для капельных жидкостей, газов, паров.
 19. Определение гидравлического сопротивления в трубопроводах и аппаратах. Как определяются потери напора на трение при ламинарном и турбулентном движении?
 20. Приведите и поясните графическую зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса и шероховатости стенки трубопровода при различных режимах течения жидкости.
 21. Что такое «гидравлическая гладкость» при течении жидкостей по трубопроводам? Каковы условия, в которых она проявляется?
 22. Приведите с необходимыми пояснениями расчетную формулу для определения потерь давления (напора) при течении жидкостей через трубопроводы и каналы. (С учетом трения и местных сопротивлений.) Принципы измерения скоростей и расходов жидкостей в трубопроводах, основанные на определении перепада давления.
 23. Изобразите графически и сопоставьте зависимости между производительностью и напором центробежного и поршневого насоса.
 24. Характеристика центробежного насоса и характеристика сети. Покажите, как определяется напор и мощность насоса при работе его на данную сеть.
 25. Полезная и потребляемая мощность насоса. Коэффициент полезного действия насоса и его составляющие, поясните физический смысл каждого из них. Приведите с необходимыми пояснениями формулу для расчета мощности двигателя насоса.
 26. Как влияет температура перекачиваемой жидкости на предельную высоту всасывания насосов? Ответ обоснуйте анализом формулы для расчета высоты всасывания.
 27. Какие вы знаете насосы объемного типа? Изобразите схему устройства и опишите действие одного из них.
 28. Изобразите схему устройства и опишите действие поршневого насоса, сопоставив его с насосами других типов.
 29. Изобразите схему устройства и опишите действие плунжерного насоса, сопоставив его с насосами других типов.
 30. Изобразите схему устройства и опишите действие плунжерного насоса двойного действия, сопоставив его с насосом простого действия.
 31. Изобразите схему устройства и опишите действие мембранного (диафрагмового) поршневого насоса, назвав области его применения.

32. Насосы для перекачки химически агрессивных жидкостей. Изобразите схему устройства и опишите действие одного из них (по выбору).
33. Изобразите схему устройства и опишите действие монтежу, сопоставив его с насосами других типов и назвав области применения.
34. Изобразите схему устройства и опишите действие шестеренчатого насоса, сопоставив его с насосами других типов.
35. Изобразите схему устройства и опишите действие центробежного насоса, сопоставив его с насосами других типов.
36. Сопоставьте достоинства и недостатки центробежных и поршневых насосов, назвав основные области их применения.
37. Изобразите схему устройства и опишите действие одноступенчатого центробежного насоса, сопоставив его с многоступенчатым центробежным насосом.
38. Изобразите схему устройства и опишите действие осевого (пропеллерного) насоса, сопоставив его с насосами других типов.

Раздел 2

1. Потенциал переноса энергии. Вывод уравнение переноса.
2. Вывод дифференциального уравнения конвективного теплообмена Фурье-Кирхгофа. Вид уравнения для стационарного и нестационарного теплообмена.
3. Перенос тепла конвекцией. Уравнение теплоотдачи. Подобное преобразование дифференциального уравнения конвективного теплообмена Фурье-Кирхгофа. Критерии Фурье, Нуссельта, Пекле, Прандтля.
4. Вывод дифференциального уравнения теплопроводности для установившегося и неустановившегося процесса (из уравнения Фурье-Кирхгофа). Каковы размерность и физический смысл коэффициента теплопроводности?
5. Вывод уравнения аддитивности термических сопротивлений при теплопередаче с постоянными температурами теплоносителей для плоской стенки.
6. Связь коэффициента теплопередачи и коэффициентов теплоотдачи при теплопередаче с постоянными температурами теплоносителей для плоской стенки. Какова размерность и каков физический смысл этих коэффициентов?
7. Вывод уравнений теплопроводности через однослойные и многослойные плоские стенки для стационарного процесса. Изобразите графически профили изменения температуры по толщине таких стенок, различающихся коэффициентами теплопроводности.
8. Вывод уравнений теплопроводности через цилиндрические стенки для стационарного процесса. При каких условиях можно практически пренебречь кривизной цилиндрической стенки, сведя задачу к теплопроводности через плоскую стенку?
9. Вывод уравнения для расчета движущей силы теплопередачи при переменных температурах теплоносителей вдоль поверхности теплообмена.
10. Механизмы переноса энергии в форме теплоты в жидкостях и газах. Феноменологический закон переноса энергии Фурье.
11. Температурное поле и температурный градиент.
12. Порядок расчёта поверхности теплопередачи теплообменников. приведите соответствующие пояснения, входящих в формулы величин.
13. Опишите молекулярный механизм переноса энергии. Приведите уравнение для удельного потока теплоты.
14. Определение толщины слоя тепловой изоляции.
15. Взаимное направление движения теплоносителей. Сравнение прямотока с противотоком.
16. Физический смысл тепловых критериев Нуссельта и Прандтля. Назовите примерные численные значения критерия Прандтля для газов и капельных жидкостей.

17. Как определяется количество теплоты, передаваемой лучеиспусканием при взаимном излучении двух тел?
18. Уравнения тепловых балансов при изменении и без изменения фазового состояния систем.
19. Напишите уравнения теплопередачи и теплоотдачи. Что является движущими силами этих процессов? Каковы размерности и физический смысл коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи?
20. Уравнения тепловых балансов при изменении и без изменения фазового состояния систем.
21. Определение потерь тепла стенками аппаратов в окружающую среду.
22. Каковы достоинства и недостатки использования топочных газов в качестве теплоносителей для подвода тепла?
23. Водяной пар как теплоноситель. Назовите области его применения, преимущества и недостатки перед другими теплоносителями. Какой пар и почему чаще используется в качестве теплоносителя – насыщенный или перегретый? Как определяется расход пара при заданной тепловой нагрузке?
24. Каков общий вид критериального уравнения для расчета коэффициента теплоотдачи при принудительной конвекции без изменения агрегатного состояния. Приведите выражения соответствующих обобщенных переменных (критериев подобия).
25. Графически изобразите зависимости коэффициента теплоотдачи при кипении от разности температур между стенкой и кипящей жидкостью и от удельной тепловой нагрузки. Опишите основные режимы кипения.
26. Как осуществляется отвод конденсата при использовании водяного пара в качестве теплоносителя? Каково назначение и принципы действия конденсатоотводчиков?
27. Назовите и сопоставьте друг с другом основные теплоносители, используемые в химической промышленности для отвода теплоты.
28. Назовите и сопоставьте друг с другом основные теплоносители, используемые в химической промышленности для подвода теплоты.
29. Применение высокотемпературных промежуточных теплоносителей. Назовите области и способы их применения. Приведите примеры таких теплоносителей.
30. Взаимное излучение тел. Как определяется коэффициент взаимного излучения?
31. Каков общий вид критериального уравнения для расчета коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции? Опишите, как получено выражение для критерия Грасгофа (с необходимыми пояснениями и обозначениями входящих в него величин).
32. Как и почему влияет гидродинамический режим течения жидкости в трубе на коэффициент теплоотдачи? Изобразите и поясните примерные профили изменения скорости и температуры в поперечном сечении трубы при ламинарном и при турбулентном режимах.
33. Влияние взаимного направления движения теплоносителей на среднюю движущую силу процесса. В каких случаях средняя движущая сила не зависит от взаимного направления потоков?
34. Определение температуры стенок теплообменных аппаратов. Для каких целей требуется знать температуры стенок в ходе расчета теплообменных аппаратов?
35. Теплоотдача при конденсации (описание процесса). Что такое пленочная и капельная конденсация? От каких параметров зависит коэффициент теплоотдачи при конденсации.
36. Теплоотдача при кипении (описание процесса). Общий вид уравнений для определения коэффициента теплоотдачи при кипении.
37. Приведите схемы обогрева аппаратов «острым» и «глухим» паром.
38. Объясните принцип действия конденсатоотводчика. Приведите схему устройства.
39. Изобразите схему устройства кожухотрубного теплообменника.

40. Изобразите многоходовой по межтрубному пространству кожухотрубный теплообменник.
41. Изобразите любую конструкцию многоходового кожухотрубного теплообменника. Чем отличаются одноходовые теплообменники от многоходовых?
42. Какие Вы знаете конструкции теплообменников с компенсацией температурных удлинений труб и кожуха. Изобразите любую конструкцию по вашему выбору.
43. Изобразите схему устройства кожухотрубного и двухтрубного («труба в трубе») теплообменников. Сопоставьте достоинства и недостатки этих аппаратов и назовите области их применения.
44. Изобразите схему устройства и опишите принцип действия теплообменника "труба в трубе". Сопоставьте эти теплообменники с кожухотрубными.
45. Изобразите схему устройства и опишите принцип действия пластинчатого теплообменника для жидкостей. Сопоставьте достоинства и недостатки этого аппарата с кожухотрубным теплообменником.
46. Изобразите схему устройства спирального теплообменника. Укажите достоинства и недостатки этого аппарата.
47. Изобразите схему устройства и опишите принцип действия оросительных холодильников. Укажите их достоинства и недостатки.
48. Изобразите схему устройства и опишите принцип действия погружных (змеевиковых) теплообменников. Укажите их достоинства и недостатки, области применения.
49. Приведите схему устройства любого известного вам смешительного теплообменника.
50. Изобразите известные вам схемы устройства градирен. Для чего они используются?

8.5.2. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – экзамен).

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов.

Раздел 3

1. Вывести дифференциальное уравнение конвективной диффузии. Рассмотреть частный случай диффузии в неподвижной среде.
2. Первый закон Фика. Вывести дифференциальное уравнение конвективной диффузии.
3. Получить диффузионные критерии подобия. Определяемый и определяющие критерии. Физический смысл массообменных критериев подобия.
4. Получить уравнение аддитивности диффузионных сопротивлений. Сформулировать допущения при выводе.
5. Вывести соотношение между коэффициентами массопередачи и массоотдачи. Из каких уравнений получают коэффициенты массоотдачи?
6. Материальный баланс и уравнение рабочей линии при абсорбции. Вывести это уравнение при противотоке газа и жидкости. Как определяется минимальный удельный расход абсорбента?
7. Вывести уравнение рабочей линии для массообменных аппаратов (на примере абсорберов) при противоточном движении фаз идеальным вытеснением в условиях неизменности их расхода.
8. Вывести уравнения для расчета средней движущей силы массопередачи.
9. Расчет высоты и диаметра противоточных колонных аппаратов с непрерывным контактом фаз.
10. Расчет высоты и диаметра противоточных колонных аппаратов со ступенчатым контактом фаз.
11. Методы расчета высоты противоточных колонных аппаратов с непрерывным контактом фаз. Понятие теоретической ступени разделения и числа единиц переноса.

12. Методы расчета высоты противоточных колонных аппаратов со ступенчатым контактом фаз. Понятие теоретической ступени разделения. КПД по Мэрфри.
13. Получить систему уравнений, описывающих процесс простой перегонки.
14. Материальный баланс процесса простой перегонки. Расчет количества кубового остатка, количества и среднего состава дистиллята.
15. Вывести уравнения рабочих линий ректификационной колонны непрерывного действия.
16. Вывести уравнение рабочей линии для укрепляющей части ректификационной колонны. Описать, как строят рабочие линии на диаграмме $y-x$, сформулировав необходимые допущения.
17. Вывести уравнения рабочих линий для ректификационной колонны непрерывного действия при постоянстве мольных расходов фаз (с необходимыми пояснениями, указав обозначения и допущения). Как зависит положение этих линий на диаграмме $y-x$ от флегмового числа?
18. Эффективность (КПД) ступени по Мэрфри. Вывести (на примере абсорбции) зависимость между эффективностью по Мэрфри и числом единиц переноса при идеальном смешении жидкости и идеальном вытеснении газа.
19. Вывести формулу для расчёта минимального флегмового числа при непрерывной ректификации. Какие принципы используют для оптимизации при определении флегмового числа?
20. Зависимость между флегмовым числом, размерами колонны и расходом теплоты при ректификации. Каковы принципы выбора оптимального флегмового числа? (Выражение для минимального флегмового числа – вывести).
21. Вывести уравнение теплового баланса ректификационной колонны непрерывного действия. Как определяется расход греющего пара в кипятильнике?
22. Вывести уравнение теплового баланса ректификационной колонны непрерывного действия. Как определяется расход теплоносителя в дефлегматоре?
23. Основное уравнение массопередачи. Уравнение массоотдачи. Коэффициенты массопередачи и массоотдачи. Их размерности и физический смысл.
24. Метод кинетической линии расчета высоты массообменных аппаратов со ступенчатым контактом фаз. Порядок построения кинетической линии. Эффективность по Мэрфри.
25. Что такое теоретическая ступень разделения ("теоретическая тарелка")? Как это понятие применяется для оценки эффективности и расчета массообменных аппаратов со ступенчатым и непрерывным контактом фаз?
26. Диффузионное сопротивление массопереносу. В каких случаях сопротивление массопереносу лимитируется переносом в одной из фаз?
27. Критерии подобия массообменных процессов. Их физический смысл.
28. Массообменный (диффузионный) критерий Нуссельта. Каковы его вид и физический смысл?
29. Написать с необходимыми пояснениями и обозначениями выражение для расчета средней движущей силы массопередачи в аппаратах с непрерывным контактом фаз при условии линейности рабочей и равновесной линий (на примере процесса абсорбции). Структура потоков соответствует модели идеального вытеснения.
30. Определение минимального и оптимального расхода поглотителя при абсорбции.
31. Гидродинамические режимы в насадочных аппаратах.
32. Описать с указанием необходимых обозначений и допущений построение рабочих линий для ректификационной колонны непрерывного действия при постоянстве расходов фаз.
33. Влияние флегмового числа на размеры ректификационной колонны и расход греющего пара. Определение оптимального флегмового числа при расчете ректификационных колонн.

34. Назвать (и обосновать их необходимость) основные допущения, принимаемые при анализе и расчете установок для непрерывной ректификации бинарных смесей. Как зависит высота колонны от флегмового числа?
35. Сопоставить друг с другом тарельчатые и насадочные колонные аппараты. Каковы преимущественные области применения каждого из этих типов колонн?
36. Сравнить полый распыливающий и барботажный абсорберы.
37. Распылительные абсорберы. Описать принцип действия, достоинства, недостатки.
38. Привести схему устройства и описать принцип действия насадочной колонны. Для чего используется насадка? Какие бывают насадки?
39. Привести схему устройства и описать принцип действия насадочной колонны. Каковы требования, предъявляемые к насадке колонных аппаратов?
40. Привести схему устройства и описать принцип действия насадочной колонны. Сравнить насадочные и тарельчатые колонные. Указать недостатки насадочных колонн.
41. Описать гидродинамические режимы работы насадочных абсорберов. Сопоставить насадочные и тарельчатые аппараты.
42. Изобразите схему устройства и опишите действие ректификационных и абсорбционных колонн с провальными тарелками.
43. Привести схему устройства и описать принцип действия любого известного вам тарельчатого колонного аппарата. В чем отличие аппаратов с переточными устройствами и без них.
44. Привести схему устройства и описать принцип действия любого известного вам тарельчатого аппарата с переточными устройствами
45. Привести схему устройства и описать принцип действия абсорбционной или ректификационной колонны с ситчатыми тарелками.
46. Привести схему устройства и описать принцип действия абсорбционной или ректификационной колонны с клапанными тарелками.
47. Привести схему устройства и описать принцип действия абсорбционной или ректификационной колонны с колпачковыми тарелками.
48. Изобразить с необходимыми обозначениями и пояснениями схемы установок для простой перегонки.
49. Изобразите с необходимыми обозначениями и пояснениями схему установки для непрерывной ректификации бинарных жидких смесей.

Раздел 4

1. Составить уравнения материального баланса при разделении суспензий и вывести из них выражения для расчета массового расхода осветленной жидкости и осадка.
2. Вывод формулы для расчета производительности отстойников для запыленных газов и суспензий.
3. Осаждение под действием силы тяжести. Силы, действующие на частицу. Вывести уравнения для определения скорости свободного осаждения шара.
4. Расчет скорости осаждения частиц сферической формы под действием силы тяжести.
5. Вывод формулы для расчета потребной поверхности осаждения частиц в отстойниках для запыленных газов и суспензий.
6. Критерий Архимеда при осаждении, его физический смысл, использование в расчетах скорости осаждения.
7. Кинетика осаждения. Гидродинамические режимы обтекания тел. Привести график зависимости коэффициента сопротивления среды от критерия Рейнольдса.
8. Привести уравнение фильтрования при постоянном перепаде давления к виду, удобному для экспериментального определения сопротивления осадка и фильтровальной перегородки.

9. Основные параметры, характеризующие зернистый слой. Получить выражения эквивалентного диаметра через удельную поверхность и диаметр частиц.
10. Действительная и фиктивная (приведенная) скорости потока в зернистом слое. Каково соотношение между ними?
11. Охарактеризовать состояние зернистого слоя в зависимости от скорости восходящего потока газа или жидкости. Сопроводите ответ графическими изображениями зависимостей потери давления и высоты слоя от скорости потока.
12. Охарактеризовать состояние зернистого слоя в зависимости от скорости восходящего потока газа или жидкости. Как рассчитать потерю давления в псевдооживленном слое?
13. Назвать и сопоставить основные способы разделения суспензий. Указать их преимущественные области применения.
14. Охарактеризовать основные способы очистки газов от пыли. Указать их преимущественные области применения.
15. Какие вы знаете типы аппаратов для очистки газов от пыли? Изобразить схему устройства и описать действие одного из них (по выбору).
16. Изобразить схему устройства и описать действие одноярусного гребкового непрерывно действующего отстойника.
17. Аппараты для мокрой очистки газов от пылей. Изобразить схему устройства и описать действие одного из таких аппаратов.
18. Изобразить схему устройства и описать действие тарельчатого (пенного) пылеуловителя.
19. Изобразить схему устройства циклона или гидроциклона (по выбору), назвав основные области их применения.
20. Изобразить схему устройства и описать действие гидроциклона.
21. Какие вы знаете фильтры для суспензий периодического действия? Изобразить схему устройства и описать действие одного из них.
22. Изобразить схему устройства и описать действие нутч – фильтра.
23. Изобразить схему устройства и описать действие пылесадительных камер и газоходов.

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

8.6. Структура и примеры билетов для экзамена.

Итоговый контроль освоения материала дисциплины проводится в форме устного экзамена. Экзамен (5 семестр) включает в себя материал раздела 1 и раздела 2. Экзамен (6 семестр) включает в себя материал раздела 3 и раздела 4.

Экзаменационный билет состоит из 2-х теоретических вопросов, третьего вопроса по конструкциям аппаратов и задачи. Первый вопрос билета предусматривает развернутый ответ студента по достаточно объемной тематике, второй - краткий ответ по конкретизированной тематике. Первый и второй вопросы должны относиться к разным разделам.

Ответы на вопросы экзаменационного билета оцениваются из 40 баллов (максимальная оценка) следующим образом: первый вопрос и задача – максимально по 12 баллов каждый, второй и третий вопросы – максимально 8 баллов каждый. Общая оценка экзамена складывается путем суммирования оценок текущего контроля в семестре и ответа на экзамене. Максимальная оценка экзамена – 100 баллов.

Пример экзаменационного билета (5 семестр) раздел 1, раздел 2.

«Утверждаю» зав.каф. ПАХТ	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева

<p>_____ Л.В. Равичев</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>	<p>Кафедра Процессов и аппаратов химической технологии <i>Дисциплина: Процессы и аппараты химической технологии</i></p> <p>18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий</p>
<p style="text-align: center;">Билет № 1</p> <p>1. Приведите и поясните графическую зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса и шероховатости стенки трубопровода при различных режимах течения жидкости.</p> <p>2. Вывод дифференциального уравнения теплопроводности для установившегося процесса (из уравнения Фурье-Кирхгофа).</p> <p>3. Изобразите схему устройства и опишите действие мембранного (диафрагмового) поршневого насоса, назвав области его применения.</p> <p>4. Задача. Определить высоту всасывающей линии, по которой из находящейся под атмосферным давлением ёмкости к центробежному насосу поступает вода со скоростью 2 м/с. Гидравлическое сопротивление всасывающей линии составляет 35 кПа. Вакуумметр, подключённый к всасывающей линии на одном уровне с насосом, показывает, что давление во всасывающей линии на 300 мм рт. ст. ниже атмосферного. Температура перекачиваемой воды 20 °С, атмосферное давление 1 кгс/см².</p>	

Пример экзаменационного билета (6 семестр) раздел 3, раздел 4.

<p align="center">«Утверждаю»</p> <p align="center">зав.каф. ПАХТ</p> <p align="center">_____ Л.В. Равичев</p> <p align="center">«__» _____ 20__ г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра Процессов и аппаратов химической технологии <i>Дисциплина: Процессы и аппараты химической технологии</i></p>
	<p>18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий</p>
<p>Билет № 1</p>	
<p>1. Вывести дифференциальное уравнение конвективной диффузии. Рассмотреть частный случай диффузии в неподвижной среде.</p> <p>2. Охарактеризовать состояние зернистого слоя в зависимости от скорости восходящего потока газа или жидкости. Как рассчитать потерю давления в псевдооживленном слое?</p> <p>3. Сравнить полый распыливающий и барботажный абсорберы.</p> <p>4. Задача. Определить необходимую поверхность насадки в насадочном абсорбере, в котором поглощается компонент (газ) из его смеси с азотом чистой водой. Расход воды, орошающей колонну, составляет 10 м³/ч. Концентрация извлекаемого газа в вытекающей из абсорбера воде 0,05 кг газа/кг воды. Коэффициенты массоотдачи в газовой и в жидкой фазе, отнесенные к единице геометрической поверхности насадки, составляют</p> <p align="center"> $\beta_y = 20 \frac{\text{кг газа}}{\text{м}^2 \cdot \text{час} \cdot \frac{\text{кг газа}}{\text{кг азота}}}$ и $\beta_x = 40 \frac{\text{кг газа}}{\text{м}^2 \cdot \text{час} \cdot \frac{\text{кг газа}}{\text{кг азота}}}$ </p> <p>Средняя движущая сила массопередачи при абсорбции, выраженная в концентрациях газовой фазы, $\Delta Y_{cp} = 0,01 \frac{\text{кг газа}}{\text{кг азота}}$, а уравнение равновесной линии $Y^* = 1,2 \cdot X$,</p> <p>где $[\bar{Y}^*] = \frac{\text{кг газа}}{\text{кг азота}}$ и $[\bar{X}] = \frac{\text{кг газа}}{\text{кг воды}}$.</p>	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

9.1. Рекомендуемая литература.

А) Основная литература:

1. Разинов А.И. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие /А.И.Разинов, А.В.Клинов, Г.С.Дьяконов; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2017. – 860 с.
2. Комиссаров Ю.А., Гордеев Л.С., Вент Д.П. Процессы и аппараты химической технологии (в 5-ти томах). М.: Химия, 2011. – 1230 с.
3. Процессы и аппараты химической технологии. Теплообменные процессы. Лабораторный практикум: учеб. пособие /Л.В. Равичев, Е.П. Моргунова, Р.Б. Комляшев, О.А. Кайгородова, В.Я. Логинов, Н.З. Хабибова, М.А. Носырев, С.И. Ильина, В.И. Быков.- М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2021. - 96 с.
4. Процессы и аппараты химической технологии. Многофункциональный гидродинамический комплекс. Лабораторный практикум: учеб. пособие / Л.В. Равичев, И.К. Кузнецова, Т.А. Тарасова, О.В. Кабанов. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2022. - 84 с.

5. Процессы и аппараты химической технологии. Дидактический материал к практическим занятиям: в 2 ч.: учеб. пособие / Р.Б. Комляшев, А.В. Вешняков, М.А. Носырев, Л.В. Равичев, С.И. Ильина, Л.С. Сальникова. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2021. Ч.1. Гидродинамика и теплообмен. - 144 с.
6. Равичев Л.В., Ильина С.И., Комляшев Р.Б., Носырев М.А., Сальникова Л.С., Бобылев В.Н. Задачник-тренажер по процессам и аппаратам химической технологии: учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2020. С. 264.

Б) Дополнительная литература:

1. Романков, П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) : учебное пособие для вузов / Романков П. Г. , Фролов В. Ф. , Флисюк О. М. - 3-е изд. ,испр. - Санкт-петербург : ХИМИЗДАТ, 2010. - 544 с. - ISBN 978-5-93808-182-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента".
2. Физико-химические свойства веществ: Методические указания по курсовому проектированию / Равичев Л.В., Трушин А.М., Комляшев Р.Б., Васильев А.С., Ильина С.И., Сальникова Л.С. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020. – 104 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации.

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571
- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 0023-110X
- Журнал «Химические технологии» ISSN 1684-5811

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.chem-eng.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 10;
- банк домашних заданий по гидродинамике и теплообмену (общее число заданий 250);
- банк контрольных заданий по гидродинамике (Раздел 1) (общее число контрольных – 50);
- банк контрольных заданий теплообмену (Раздел 2) (общее число контрольных – 50);
- банк контрольных заданий по абсорбции (Раздел 3) (общее число контрольных – 50);
- банк контрольных заданий по ректификации (Раздел 3) (общее число контрольных – 50);
- банк экзаменационных билетов: Раздел 1. Раздел 2 (общее число билетов – 60);
- банк экзаменационных билетов: Раздел 3. Раздел 4 (общее число билетов – 60);
- банк тестовых заданий (общее число заданий 150).

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: 16.05.2021).

– 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: 16.05.2021).

– 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: 16.05.2021).

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: 16.05.2021).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 16.05.2021).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 16.05.2021).

Для проведения занятий при изучении дисциплины с применением электронного образования и дистанционных образовательных технологий используются компьютеры со средствами звуковоспроизведения, проектором, экраном и выходом в Интернет. Занятия проводятся в онлайн режиме с применением ЭИОС, Skype, Zoom, социальных сетей (ВК и др.), мессенджеров (WhatsApp и др.), электронной почты.

10. 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 01.01.2021 составляет 1 716 243 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

две лаборатории с лабораторными установками; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

В лабораторном практикуме используются лабораторные установки и комплексы для:

- изучения теплопередачи в двухтрубном теплообменнике;
- изучения теплопередачи в четырёхходовом кожухотрубном теплообменнике;
- изучения режимов течения жидкости;
- определения коэффициента массоотдачи в газовой фазе;
- изучения гидродинамики неподвижного и псевдооживленного зернистого слоя;
- изучения профиля скоростей в сечении трубопровода;
- разделения простой перегонкой бинарной смеси вода – этиленгликоль;
- разделения простой перегонкой бинарной смеси изопропанол – вода;
- изучения процесса периодической ректификации бинарной смеси жидкостей;
- изучения процесса массоотдачи в жидкой фазе;
- изучения гидродинамической структуры потока в аппарате с мешалкой;
- изучение процесса охлаждения жидкости при нестационарном теплообмене;
- изучение процесса теплопередачи в пластинчатом теплообменнике;
- изучение процесса теплопередачи в кожухотрубном стеклянном теплообменнике;
- определение коэффициентов массоотдачи в газовой фазе;
- изучения работы центробежного насоса;
- изучения процесса фильтрации суспензий;
- изучения гидродинамики сопротивления трубопровода;
- изучение процесса естественной конвекции;
- изучения процесса свободного осаждения твердых частиц и всплытия пузырей в жидкостях.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Слайды презентаций для лекционного курса, печатные материалы для лекций и семинаров.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Для чтения курса лекций имеются компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства; подключение к локальной сети с выходом в Интернет.

Для самостоятельной работы каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к нескольким электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам), содержащим все издания основной литературы, перечисленные в рабочей программе дисциплины, сформированным на основании прямых договорных отношений с правообладателями.

Для проведения занятий при изучении дисциплины с применением электронного образования и дистанционных образовательных технологий используются компьютеры со средствами звуковоспроизведения, проектором, экраном и выходом в Интернет. Занятия проводятся в онлайн режиме с применением ЭИОС, Skype, Zoom, социальных сетей (ВК и др.), мессенджеров (WhatsApp и др.), электронной почты.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине, методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, технологические справочники; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	14	бессрочно
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	14	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Гидродинамические процессы и аппараты химической технологии.	<i>Знает:</i> – основы теории переноса импульса; – принципы физического моделирования; – основные уравнения движения жидкостей; – типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;	Оценка за домашнюю работу (5 семестр). Оценка за контрольную работу № 1 (5 семестр). Оценка за лабораторные работы

	<p>– методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов;</p> <p>– основные принципы организации процессов химической технологии.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>– определять характер движения жидкостей и газов;</p> <p>– рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса;</p> <p>– рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рационального схему процесса.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>– методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;</p> <p>– методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования;</p> <p>– методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических показателей работы аппаратов.</p>	<p>6 семестр).</p> <p>Оценка за экзамен (5 семестр).</p>
<p>Раздел 2. Тепловые процессы и аппараты химической технологии.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>– основы теории переноса тепла;</p> <p>– принципы физического моделирования;</p> <p>– основные уравнения движения жидкостей;</p> <p>– основы теории теплопередачи;</p> <p>– типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;</p> <p>– методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов;</p> <p>– основные принципы организации процессов химической технологии.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>– определять характер движения жидкостей и газов;</p> <p>– рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса;</p> <p>– рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рационального схему процесса.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>– методами технологических расчетов</p>	<p>Оценка за домашнюю работу (5 семестр).</p> <p>Оценка за контрольную работу № 2 (5 семестр).</p> <p>Оценка за лабораторные работы (6 семестр).</p> <p>Оценка за экзамен (5 семестр).</p>

	<p>отдельных узлов и деталей химического оборудования;</p> <ul style="list-style-type: none"> – методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования; – методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических показателей работы аппаратов. 	
<p>Раздел 3. Процессы и аппараты разделения гомогенных систем. (Основные массообменные процессы).</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основы теории переноса массы; – принципы физического моделирования; – основные уравнения движения жидкостей; – основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; – типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета; – методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов; – основные принципы организации процессов химической технологии. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – определять характер движения жидкостей и газов; – рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса; – рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рационального схему процесса. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования; – методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования; – методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических показателей работы аппаратов. 	<p>Оценка за домашнюю работу (6 семестр).</p> <p>Оценка за контрольную работу № 1 (6 семестр).</p> <p>Оценка за контрольную работу № 2 (6 семестр).</p> <p>Оценка за лабораторные работы (6 семестр).</p> <p>Оценка за экзамен (6 семестр).</p>
<p>Раздел 4. Процессы и аппараты разделения гетерогенных систем.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основы теории переноса импульса; – принципы физического моделирования; 	<p>Оценка за домашнюю работу (6 семестр).</p> <p>Оценка за</p>

<p>(Основные гидромеханические процессы).</p>	<p>– основные уравнения движения жидкостей; – типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета; – методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов; – основные принципы организации процессов химической технологии.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>– определять характер движения жидкостей и газов; – рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса; – рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему процесса.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>– методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования; – методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования; – методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических показателей работы аппаратов.</p>	<p>лабораторные работы (6 семестр).</p> <p>Оценка за экзамен (6 семестр).</p>
---	--	---

13. 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 – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

– 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
«Процессы и аппараты химической технологии»
основной образовательной программы

18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий, специализации – №1-«Химическая технология органических соединений азота», №2-«Химическая технология полимерных композиций, порохов и твердых ракетных топлив»

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.

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

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

« 25 » мая 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»**

**Специальность 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий**

Квалификация «инженер»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
« 25 » мая 2022 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена:

доцентом кафедры ОХТ, к.т.н., Давидхановой М.Г.

ассистентом кафедры ОХТ, Дубко А.И.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Общей химической технологии «23» мая 2022 г., протокол № 8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности **18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Общей химической технологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение **одного** семестров.

Дисциплина **«Общая химическая технология»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики и физической химии.

Цель дисциплины – получение знаний об основных принципах организации, структуре, функциональном составе и компонентах химического производства, методах оценки эффективности его функционирования, анализе и синтезе ХТС, об энерго- и ресурсосберегающих, безотходных и малоотходных технологиях на примерах современных химических производств.

Задачи дисциплины:

– знакомство с химическим производством (ХП), составом и структурой, компонентами ХП, химико-технологическим процессом и функциональными подсистемами;

– знакомство с научными методами изучения химического производства – системным анализом и методами математического моделирования. Использование иерархической структуры построения математической модели для исследования процессов в элементе и подсистемах ХТС;

– овладение методами составления материальных и энергетических балансов, анализа химического производства, определения его эффективности;

– обучение методам и приемам разработки ХТС с выполнением концепций ХТС, а также оптимальной организации химико-технологических процессов в ней;

– знакомство с наиболее изученными с научной точки зрения конкретными химическими производствами, на примере которых предметно демонстрируются основные теоретические положения курса. Развитие творческой инициативы для определения узких мест в реакционном узле или ХП, разработки альтернативных вариантов их оформления с учетом экономической эффективности и целесообразности процесса.

Дисциплина **«Общая химическая технология»** преподается в **8-ом** семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Общепрофессиональных компетенций и индикаторов их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Исследовательская подготовленность	ОПК-2. Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование при проведении научного и технологического эксперимента, проводить обработку и анализ полученных результатов	ОПК-2.4. Знает основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры; общие закономерности химических процессов; основные химические производства. ОПК-2.8. Умеет рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. ОПК-2.13. Владеет методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры;
- методы оценки эффективности производства;
- общие закономерности химических процессов;
- основные химические производства.

Уметь:

- рассчитывать основные характеристики химического процесса;
- выбирать рациональную схему производства заданного продукта;
- оценивать технологическую эффективность производства.

Владеть:

- методами анализа эффективности работы химических производств.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48
Лекции	0,445	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,445	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	24
Самостоятельная работа	2,22	80	60
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,22	80	60
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
Вид итогового контроля	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек	ПЗ	ЛР	СР
1.	Раздел 1. Введение. Химическое производство	14	4	-	-	10
2.	Раздел 2. Химическое производство химико-технологическая система (ХТС)	19	4	-	-	15
3.	Раздел 3. Анализ и синтез ХТС	55	4	10	16	25
4.	Раздел 4. Промышленные химические производства	56	4	6	16	30
	ИТОГО	144	16	16	32	80
	Экзамен	36				
	ИТОГО	180				

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Химическое производство.

Химическая технология как наука. Понятие о химическом производстве. Общие функции (многофункциональность) химического производства. Общая технологическая структура химического производства. Основные операции в химическом производстве. Основные технологические компоненты. Качественные и количественные показатели эффективности химического производства. Классификация сырья. Вторичное сырье (отходы производства и отходы потребления). Вода как сырье и вспомогательный компонент химического производства. Промышленная водоподготовка. Организация водооборота на химическом предприятии. Энергоемкость химического производства. Основные виды энергетических ресурсов. Первичные и вторичные энергетические ресурсы. Иерархическая организация процессов в химическом производстве. Методологические основы химической технологии как науки: системный анализ сложных схем и взаимодействий их элементов.

Раздел 2. Химическое производство: химико-технологическая система (ХТС).

Структура ХТС. Состав ХТС: элементы, связи, подсистемы. Элементы ХТС, их классификация. Многофункциональные элементы. Технологические связи элементов ХТС (потоки). Описание ХТС. Описательные и графические модели ХТС. Системный подход к их выбору при синтезе и анализе ХТС. Свойства ХТС как системы. Появление в ХТС новых качественных свойств, не характерных для отдельных элементов.

Раздел 3. Анализ и синтез ХТС.

Понятие и задачи анализа ХТС. Материальный и тепловой балансы. Методика составления и расчета материальных и тепловых балансов ХТС и ее подсистем. Балансовые уравнения в схемах с рециклом. Формы представления балансов (таблицы, диаграммы и др.). Материальный баланс для механических, массообменных и реакционных элементов и подсистем. Обобщенные стехиометрические соотношения и их разновидности для подсистем. Энтальпийный, энергетический (по полной энергии) и эксергетический балансы и КПД. Эксергетический анализ как метод оценки эффективности использования потенциала сырья и энергии. Техноэкономический анализ ХТС. Определение основных показателей эффективности ХТС. Чувствительность к отклонениям условий эксплуатации и нарушениям режима, надежность ХТС, безопасность производства. Проблемы пуска и остановки агрегатов.

Понятие и задачи синтеза (построения) ХТС. Основные этапы разработки ХТС. Роль математических и эвристических методов. Основные концепции синтеза ХТС. Синтез однородных подсистем. Основы построения оптимальной структуры подсистем теплообменников, разделения сложной смеси, реакторов.

Раздел 4. Промышленные химические производства.

Построение ХТС конкретных производств и организация процессов в химических реакторах. Перспективные направления в создании безотходного производства.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	
Знать:						
1	основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры;	+		+		
2	методы оценки эффективности производства;	+	+	+		
3	общие закономерности химических процессов;		+	+		
4	основные химические производства.				+	
Уметь:						
5	рассчитывать основные характеристики химического процесса;			+	+	
6	выбирать рациональную схему производства заданного продукта;	+	+	+		
7	оценивать технологическую эффективность производства.		+	+	+	
Владеть:						
8	методами анализа эффективности работы химических производств.	+	+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>общепрофессиональные</i> компетенции и индикаторы их достижения:						
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
9	ОПК-2. Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование при проведении научного и технологического эксперимента, проводить обработку и анализ полученных результатов	ОПК-2.4. Знает основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры; общие закономерности химических процессов; основные химические производства.	+	+	+	+
10		ОПК-2.8. Умеет рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.	+	+	+	+
11		ОПК-2.13. Владеет методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	3	Каскад реакторов идеального смешения (к-РИС-н)	2
2	3	Разнородные ХТС. Последовательное и параллельное соединение РИС и РИС	3
3	3	Фракционный рецикл	3
4	3	Материальный баланс элемента ХТС без химического превращения	2
5	4	Материальный баланс элемента ХТС с химическим превращением. Расходные коэффициенты по сырью, энергии и вспомогательным материалам	3
6	4	Материальный баланс ХТП	3

6.2 Лабораторные занятия

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет **20** баллов (максимально по **5** баллов за каждую работу).

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	2	Моделирование изотермических процессов в реакторах и реакторных системах	8
2	2	Анализ процесса «газ-твёрдое» на примере обжига сульфида цинка	8
3	2	Окисление диоксида серы. Схема двойного контактирования-двойной абсорбции (ДК/ДА)	8
4	4	Анализ химико-технологических систем – производство азотной кислоты	8

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- изучение лекционного материала и учебника по дисциплине;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу дисциплины;
- подготовку к сдаче *экзамена* и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам 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.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка **40** баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка **20** баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка **40** баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено **2** контрольные работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет **20** баллов за каждую контрольную работу.

Раздел 3. Пример контрольной работы № 1. Максимальная оценка – **20** баллов. Контрольная работа содержит **1** вопрос.

Жидкофазный процесс описывается реакцией 1-го порядка типа $A \rightarrow 2R$ с константой скорости равной $8,3 \cdot 10^{-3} \text{ сек}^{-1}$. Концентрация исходного вещества составляет $0,36 \text{ моль/л}$. Расход реакционной смеси равен $0,12 \text{ м}^3/\text{мин}$.

Процесс проводится в установке из 3 реакторов смешения, соединенных последовательно объемом $0,3 \text{ м}^3$.

Определить производительность установки по продукту R.

Раздел 4. Пример контрольной работы № 2. Максимальная оценка – **20** баллов. Контрольная работа содержит **2** вопроса, по **10** баллов за вопрос.

1. Составить материальный баланс и определить расходный коэффициент по руде, содержащей сульфид цинка, для получения $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$ SO_2 при обжиге руды в потоке воздуха. Руда содержит 24 масс. \% серы. Химическая реакция:



Степень выгорания серы равна 94% . Определить также количество тепла, выделенного при обжиге руды.

2. Какой концентрации и в каком количестве надо взять серную кислоту, чтобы при смешении её с 54% -ной азотной кислотой получить 1800 кг раствора состава, масс. %: $58 \text{ \% H}_2\text{SO}_4$; 18 \% HNO_3 и $24 \text{ \% H}_2\text{O}$.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Билет для *экзамена* включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. Первый вопрос – 10 баллов, второй вопрос – 15 баллов, третий вопрос – 15 баллов.

1. Химическая технология – определение, объект изучения, цель изучения, методы изучения.
2. Химическое производство – определение, общие требования к химическому производству, структура химического производства.
3. Химическое производство – определение, компоненты химического производства (переменные и постоянные), структура (иерархия) процессов химического производства, типы процессов химического производства.
4. Химическое производство – определение, показатели эффективности химического производства (технические, техноэкономические, эксплуатационные, социальные).
5. Сырьё в химической технологии – виды сырья, методы обогащения сырья в зависимости от его агрегатного состояния. Вторичные материальные ресурсы (ВМР).
6. Вода в химической технологии – её роли на химическом производстве, методы водоподготовки, организация водооборотных циклов на производстве.
7. Энергия в химической технологии – виды используемой энергии, классификация топливно-энергетических ресурсов. Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР).
8. Энергия в химической технологии – виды используемой энергии, энергокомбинирование процессов в химической промышленности. Энерготехнологические схемы.
9. Промышленная экология – малоотходное и безотходное производства. Виды отходов. Методы переработки отходов химического производства.
10. Химико-технологическая система – определение. Параметры ХТС. Функциональные подсистемы ХТС. Иерархическая структура ХТС.
11. Химико-технологическая система – определение. Элементы и связи в ХТС. Типы связей.
12. Химико-технологическая система – определение. Модели ХТС (описательные и графические).
13. Химико-технологическая система – определение. Анализ ХТС. Материальные и тепловые балансы.
14. Химико-технологическая система – определение. Анализ ХТС. Свойства ХТС как системы.
16. Химико-технологическая система – определение. Синтез ХТС. Концепции синтеза ХТС.
17. Химико-технологическая система – определение. Синтез ХТС. Сравнение эффективности последовательного и параллельного соединения реакторов идеального смешения (РИС-н) с единичным РИС-н для проведения различных реакций.

18. Химико-технологическая система – определение. Синтез ХТС. Сравнение эффективности последовательного и параллельного соединения реакторов идеального вытеснения (РИВ) с единичным РИВ для проведения различных реакций.
19. Химико-технологическая система – определение. Синтез ХТС. Однородные ХТС. Системы рекуперативного теплообмена.
20. Химико-технологическая система – определение. Синтез ХТС. Однородные ХТС. Системы разделения многокомпонентных смесей.
21. Химико-технологическая система – определение. Синтез ХТС. Однородные ХТС. Каскад РИС-н – аналитический и графический метод расчёта.
22. Производство серной кислоты – химическая и функциональная схема производства. Стадия обжига серосодержащего сырья: физико-химические основы, аппаратное оформление, решение концепций синтеза ХТС.
23. Производство серной кислоты – химическая и функциональная схема производства. Стадия окисления диоксида серы: физико-химические основы, аппаратное оформление, решение концепций синтеза ХТС.
24. Производство серной кислоты – химическая и функциональная схема производства. Стадия абсорбции триоксида серы, система ДК/ДА: физико-химические основы, аппаратное оформление, решение концепций синтеза ХТС.
25. Производство аммиака – химическая и функциональная схема производства. Стадия очистки природного газа от серосодержащих соединений: физико-химические основы, аппаратное оформление, решение концепций синтеза ХТС.
26. Производство аммиака – химическая и функциональная схема производства. Стадия паровоздушной конверсии метана: физико-химические основы, аппаратное оформление, решение концепций синтеза ХТС.
27. Производство аммиака – химическая и функциональная схема производства. Стадия паровой конверсии монооксида углерода: физико-химические основы, аппаратное оформление, решение концепций синтеза ХТС.
28. Производство аммиака – химическая и функциональная схема производства. Стадия очистки газового потока от оксидов углерода: физико-химические основы, аппаратное оформление, решение концепций синтеза ХТС.
29. Производство аммиака – химическая и функциональная схема производства. Стадия синтеза аммиака: физико-химические основы, аппаратное оформление, решение концепций синтеза ХТС.
30. Производство азотной кислоты – химическая и функциональная схема производства. Стадия окисления аммиака: физико-химические основы, аппаратное оформление, решение концепций синтеза ХТС.
31. Производство азотной кислоты – химическая и функциональная схема производства. Стадия абсорбции диоксида азота: физико-химические основы, аппаратное оформление, решение концепций синтеза ХТС.
32. Производство азотной кислоты – химическая и функциональная схема производства. Санитарная очистка отходящих газов от оксидов азота. Энерготехнологическая схема производства азотной кислоты. Решение концепций синтеза ХТС.

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

8.3. Структура и примеры билетов для экзамена

Экзамен по дисциплине «*Общая химическая технология*» проводится в *8-ом* семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для *экзамена* состоит из *3* вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для *экзамена*:

<p>«Утверждаю»</p> <p>заведующий кафедрой ОХТ</p> <p>_____ В.Н. Грунский</p> <p>«__» _____ 2022 г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра <i>Общей химической технологии</i></p>
	<p><i>18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий</i></p>
	<p>Дисциплина: <i>Общая химическая технология</i></p>
<p>Билет № 1</p>	
<p>1. Химическая технология – определение, объект изучения, цель изучения, методы изучения.</p>	
<p>2. Химико-технологическая система – определение. Параметры ХТС. Функциональные подсистемы ХТС. Иерархическая структура ХТС.</p>	
<p>3. Производство серной кислоты – химическая и функциональная схема производства. Стадия обжига серосодержащего сырья: физико-химические основы, аппаратурное оформление, решение концепций синтеза ХТС.</p>	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Бесков В.С. Общая химическая технология: Учебник для вузов. – М.: ИКЦ "Академкнига". 2005. – 452 с. (базовый учебник)
2. Игнатенков, В. И. Общая химическая технология: теория, примеры, задачи: учебное пособие для академического бакалавриата / В. И. Игнатенков. – 2-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 195 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-09222-6. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/427454> (дата обращения: 31.03.2022).

Б. Дополнительная литература

1. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС: учебник / И.М. Кузнецова, Х.Э. Харлампыди, В.Г. Иванов, Э.В. Чиркунов; под редакцией Х.Э. Харлампыди. – 2-е изд., перераб. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 384 с. – ISBN 978-5-8114-1479-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/211571> (дата обращения: 31.03.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Семенов Г.М., Вяткин Ю.Л., Давидханова М.Г., Ванчури В.И., Грунский В.Н., Игнатенков В.И., Сучкова Е.В., Тарасенко Т.А., Федосеев А.П. Общая химическая технология. Химико-технологические системы. Лабораторный практикум. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2017. – 112 с.
3. Ванчури В.И., Игнатенков В.И., Игнатенкова В.В., Сучкова Е.В. Общая химическая технология в вопросах и ответах. Ч.2.: методическое пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2016. – 64 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

- «Журнал прикладной химии» ISSN 0044-4618
- Журнал «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571
- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 0023-110X

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций (общее число слайдов – 359);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100);

– банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число билетов – 50).

Для освоения дисциплины в дистанционном режиме преподаватели могут использовать следующие средства коммуникации со студентами:

- электронная информационно-образовательная среда (ЭИОС);
- корпоративная электронная почта;
- <https://etutorium.ru/> – LMS eTutorium;
- <https://zoom.us/> – LMS Zoom.

10. 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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Общая химическая технология»* проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная меловой доской и учебной мебелью, учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная меловой доской и учебной мебелью, компьютерный зал для проведения лабораторного практикума с 14 рабочими местами и 14 персональными компьютерами.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Презентации лекционного материала.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Для самостоятельной работы каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к нескольким электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам), содержащим все издания основной литературы, перечисленные в рабочей программе дисциплины, сформированным на основании прямых договорных отношений с правообладателями.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине, методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	14	бессрочно
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	14	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Введение. Химическое производство.</p>	<p><i>Знает:</i> - основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры; - методы оценки эффективности производства. <i>Умеет:</i> - выбирать рациональную схему производства заданного продукта. <i>Владеет:</i> - методами анализа эффективности работы химических производств.</p>	<p>Оценка за экзамен</p>
<p>Раздел 2. Химическое производство: химико-технологическая система (ХТС)</p>	<p><i>Знает:</i> - методы оценки эффективности производства; - общие закономерности химических процессов. <i>Умеет:</i> - выбирать рациональную схему производства заданного продукта; - оценивать технологическую эффективность производства. <i>Владеет:</i> - методами анализа эффективности работы химических производств.</p>	<p>Оценка за экзамен</p>
<p>Раздел 3. Анализ и синтез ХТС</p>	<p><i>Знает:</i> - основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры; - методы оценки эффективности производства; - общие закономерности химических процессов. <i>Умеет:</i> - рассчитывать основные характеристики химического процесса; - выбирать рациональную схему производства заданного продукта; - оценивать технологическую эффективность производства. <i>Владеет:</i> - методами анализа эффективности работы химических производств.</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 1</p> <p>Оценка за лабораторный практикум</p> <p>Оценка за экзамен</p>

<p>Раздел 4. Промышленные химические производства</p>	<p><i>Знает:</i> - основные химические производства.</p> <p><i>Умеет:</i> - рассчитывать основные характеристики химического процесса; - оценивать технологическую эффективность производства.</p> <p><i>Владеет:</i> - методами анализа эффективности работы химических производств.</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 2</p> <p>Оценка за лабораторный практикум</p> <p>Оценка за экзамен</p>
--	---	--

13. 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 06.04.2021 № 245);

- 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;

- 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
«Общая химическая технология»**

**основной образовательной программы
18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий**

Форма обучения: *очная*

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		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»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

« 25 » мая 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ
ПРОЦЕССАМИ»**

**Специальность 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий**

Квалификация «инженер»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
« 25 » мая 2022 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена:

ассистентом кафедры ОХТ, Дубко А.И.

доцентом кафедры ОХТ, к.т.н., Золотухиным С.Е.

старшим преподавателем кафедры ОХТ, Сальниковой О.Ю.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Общей химической технологии «23» мая 2022 г., протокол № 8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности **18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Общей химической технологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение **одного** семестров.

Дисциплина **«Системы управления химико-технологическими процессами»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, физики, процессов и аппаратов химической технологии, общей химической технологии.

Цель дисциплины – дать базовые знания по теории систем управления химико-технологическими процессами (СУ ХТП), привить навыки и умения анализа свойств ХТП, как объектов управления и практического применения технических средств управления.

Задачи дисциплины:

- ознакомление с основными понятиями теории автоматического управления технологическими процессами;
- развитие представлений о современных методах анализа статических и динамических характеристик химико-технологического процесса как объекта управления;
- ознакомление со структурами и функциями систем автоматического управления, методами и законами управления ХТП;
- развитие способностей к анализу и синтезу систем автоматического управления ХТП;
- изучение структур и функций систем автоматического управления, методов и законов управления ХТП;
- ознакомления с методами анализа и синтеза систем автоматического управления ХТП и прогнозирования качества их функционирования;
- ознакомления с основными типами функциональных устройств информационно-измерительных систем ХТП;
- изучение автоматических информационно-измерительных систем ХТП, методов и средств диагностики и контроля, анализа точности и надёжности их работы;
- изучение основ проектирования автоматических систем управления ХТП;
- приобретения умения грамотно ставить задачи управления ХТП.

Дисциплина **«Системы управления химико-технологическими процессами»** преподаётся в **9-ом** семестре. Контроль успеваемости студентов ведётся по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Общепрофессиональных компетенций и индикаторов их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Исследовательская подготовленность	ОПК-2. Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование при проведении научного и технологического эксперимента, проводить обработку и анализ полученных результатов	ОПК-2.6. Знает основные понятия теории управления технологическими процессами; статические и динамические характеристики объектов и звеньев управления; основные виды систем автоматического регулирования и законы управления; типовые системы автоматического управления в химической промышленности; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров. ОПК-2.10. Умеет определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса. ОПК-2.15. Владеет методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные понятия теории управления;
- статические и динамические характеристики объектов управления;
- основные виды систем автоматического управления (САУ) и законы регулирования;
- типовые САУ в химической промышленности;
- методы и средства измерения основных технологических параметров;
- устойчивость САУ;
- основные понятия о нелинейных САУ, релейных системах, логических алгоритмах управления, адаптивных и оптимальных системах управления.

Уметь:

- определять основные статические и динамические характеристики объектов управления;
- выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса;
- оценивать устойчивость САУ;
- выбирать конкретные типы приборов для диагностики ХТП.

Владеть:

- методами теории автоматического регулирования, организации и расчёта систем оптимального управления процессами химической технологии.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48
Лекции	0,9	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	0,44	16	12
Самостоятельная работа	3,26	116	87
Контактная самостоятельная работа	3,26	115,6	86,7
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		0,4	0,3
Вид контроля:			
Зачет с оценкой	+	+	+
Вид итогового контроля	зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек	ПЗ	ЛР	СР
1.	Раздел 1. Основные понятия управления химико-технологическими процессами.	25	6	2	2	15
2.	Раздел 2. Основы теории автоматического управления.	61	16	8	4	33
3.	Раздел 3. Измерение технологических параметров химико-технологического процесса.	47	6	2	4	35
4.	Раздел 4. Основы проектирования автоматических систем управления химико-технологическими процессами.	47	4	4	6	33
	ИТОГО	180	32	16	16	116
	Зачет с оценкой	0				
	ИТОГО	180				

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основные понятия управления химико-технологическими процессами.

Значение автоматического управления для развития химической промышленности. Особенности управления химическим предприятием и химико-технологическим процессом. Технико-экономический эффект внедрения автоматизированных систем управления. Роль систем управления в обеспечении безопасности химического производства и охраны окружающей среды. Основные термины и определения. Иерархия управления. Основные принципы управления. Классификация систем управления. Функциональная структура САУ. Показатели качества управления.

Раздел 2. Основы теории автоматического управления.

Математические модели САУ. Динамические характеристики САУ. Использование операционного исчисления для анализа САУ. Типовые динамические звенья. Временные и частотные характеристики. Эквивалентные преобразования структурных схем. Устойчивость линейных САУ с обратной связью. Классификация и основные свойства объектов управления. Методы определения свойств объектов управления. Основные законы регулирования. Выбор закона регулирования и определение оптимальных параметров настройки промышленных регуляторов.

Раздел 3. Измерение технологических параметров химико-технологического процесса.

Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации. Основные термины и определения метрологии. Методы измерений. Средства измерительной техники, их статические и динамические свойства. Погрешности измерений. Способы передачи информации на расстояние. Организация дистанционной диагностики ХТП. Измерение основных технологических параметров: давления, температуры, расхода и количества, уровня жидкости и сыпучих материалов, состава и физико-химических свойств веществ.

Раздел 4. Основы проектирования автоматических систем управления химико-технологическими процессами.

Особенности управления ХТП. Технические средства САУ. Основные разновидности управляющих устройств. Типы, характеристики и расчёт исполнительных механизмов и регулирующих органов. Оформление проектного задания на автоматизацию технологического процесса. Выбор точек измерения, контроля, управляемых параметров и управляющих воздействий. Стандарты и условные обозначения для технологических схем. Основные сведения об АСУ ТП в химической промышленности. Примеры АСУ ТП в химической промышленности. Основные выводы по курсу. Современные тенденции в развитии СУ ХТП.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
Знать:					
1	основные понятия теории управления;	+	+	+	+
2	статические и динамические характеристики объектов управления;	+	+	+	+
3	основные виды САУ и законы регулирования;	+	+		+
4	типовые САУ в химической промышленности;	+	+	+	+
5	методы и средства измерения основных технологических параметров;			+	+
6	устойчивость САУ;	+	+		+
7	основные понятия о нелинейных САУ, релейных системах, логических алгоритмах управления, адаптивных и оптимальных системах управления.	+	+		+
Уметь:					
8	определять основные статические и динамические характеристики объектов управления;	+	+	+	+
9	выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса;	+	+	+	+
10	оценивать устойчивость САУ;	+	+		+
11	выбирать конкретные типы приборов для диагностики ХТП			+	+
Владеть:					
12	методами теории автоматического регулирования, организации и расчёта систем оптимального управления процессами химической технологии.	+	+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>общепрофессиональные</i> компетенции и индикаторы их достижения:						
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
13	ОПК-2. Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование при проведении научного и технологического эксперимента, проводить обработку и анализ полученных результатов	ОПК-2.6. Знает основные понятия теории управления технологическими процессами; статические и динамические характеристики объектов и звеньев управления; основные виды систем автоматического регулирования и законы управления; типовые системы автоматического управления в химической промышленности; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров.	+	+	+	+
14		ОПК-2.10. Умеет определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса.	+	+	+	+
15		ОПК-2.15. Владеет методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1, 2	Динамические свойства объектов управления. Модели устойчивых (апериодических, колебательных), нейтральных и неустойчивых объектов управления.	3
2	1, 2	Определение параметров математической модели по переходной характеристике объекта управления.	3
3	2, 4	Структурные схемы. Типовые соединения динамических звеньев. Эквивалентные преобразования структурных схем.	3
4	2, 4	Устойчивость линейных САУ с обратной связью. Критерии устойчивости САУ. Расчёт САУ на устойчивость.	4
5	2, 4	Выбор закона регулирования, исходя из свойств объекта управления и требований к качеству управления. Определение оптимальных параметров настройки промышленных регуляторов.	3

6.2 Лабораторные занятия

В практикум входит 3 работы из 4, указанных в таблице. Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет **30** баллов (максимально по **10** баллов за каждую работу).

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	1, 2, 3, 4	Статические и динамические характеристики системы регулирования. Настройка системы автоматического регулирования расхода с применением ПИД-регулятора.
2	1, 2, 3, 4	Системы релейного регулирования уровня.
3	1, 2, 3, 4	Создание системы регулирования давления на базе измерителя-регулятора ОВЕН ТРМ210 и SCADA-системы TRACE MODE.
4	1, 2, 3, 4	Настройки цифрового регулятора температуры ТЕРМОДАТ 25К5 применительно к системам регулирования температуры.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- изучение лекционного материала и учебника по дисциплине;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу дисциплины;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам 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.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка **30** баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка **30** баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка **40** баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено **3** контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет **10** баллов за каждую контрольную работу.

Раздел 2. Пример контрольной работы № 1. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, 4 балла за первый вопрос, по 3 балла за второй и третий вопросы.

1. Концентрация продукта реакции на выходе из реактора с мешалкой (c , моль/м³) зависит от расхода подаваемого в реактор реагента (F , кг/мин) в соответствии с уравнением:

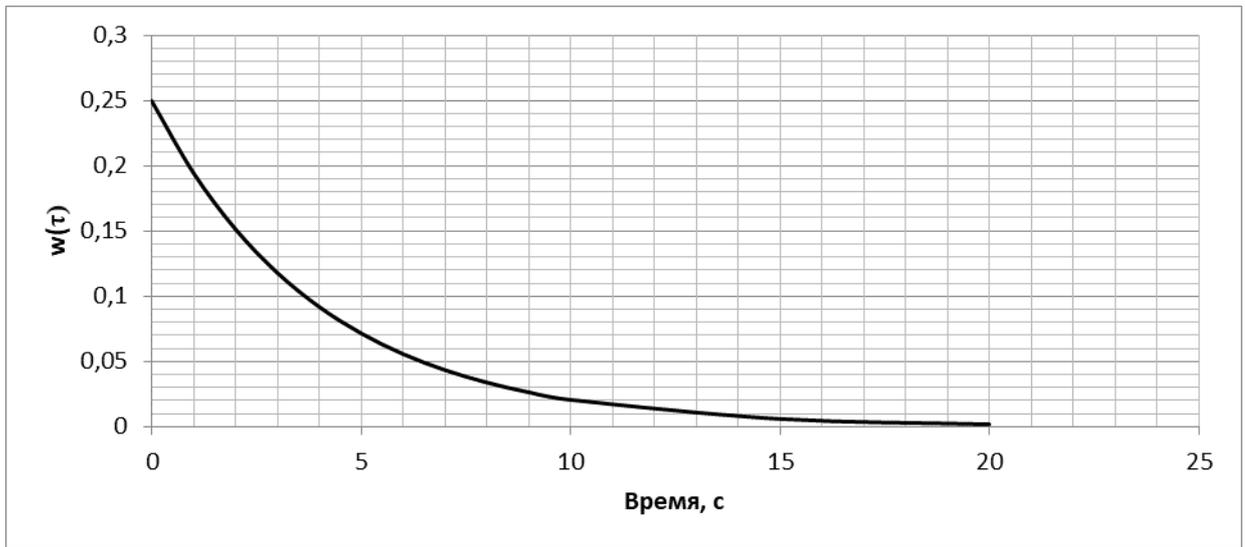
$$3 \frac{dc(\tau)}{d\tau} + c(\tau) = F(\tau - 2)$$

где постоянная времени и время запаздывания даны в минутах.

Определите, как будет меняться концентрация продукта (c), после ступенчатого изменения расхода реагента от 3 кг/мин до 5 кг/мин, если перед этим реактор находился в статическом режиме (c_0 найти из уравнения статики). Нарисуйте соответствующую кривую отклика.

При решении необходимо преобразовать исходное уравнение к уравнению в отклонениях от первоначального статического режима, сделав тем самым начальные условия нулевыми, и решить его с помощью преобразования Лапласа.

2. Импульсная переходная характеристика статического звена первого порядка изображена на рисунке:



Найдите параметры передаточной функции этого звена,
 Найдите отклик полученного звена на входное воздействие $x=2\tau \cdot 1(\tau)$ и изобразите его графически.

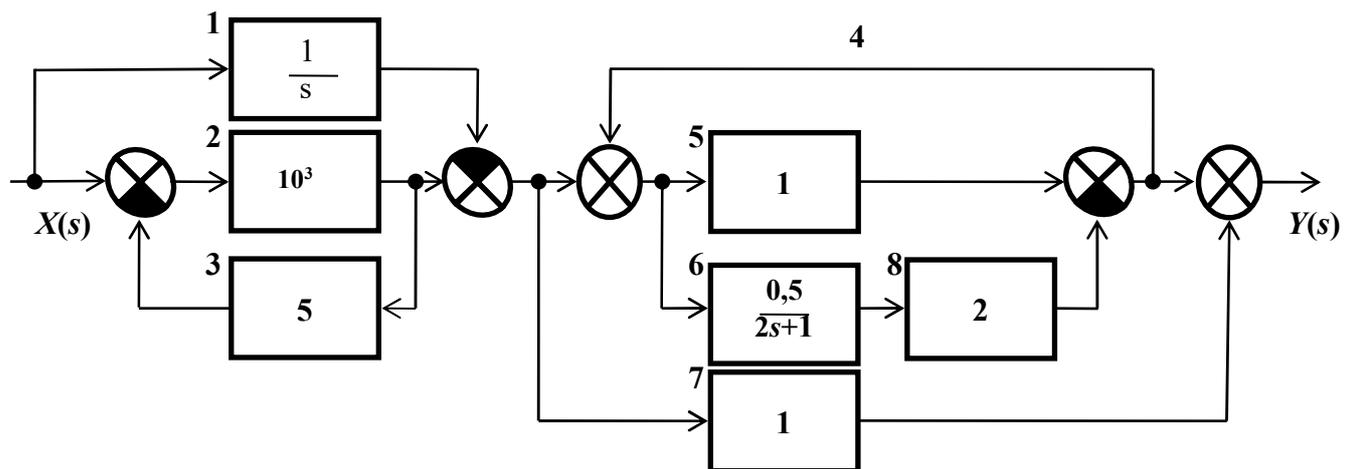
3. Дана передаточная функция объекта:

$$W(s) = \frac{1}{3s}$$

Определите, какому типовому динамическому звену соответствует объект. Получите переходную функцию звена и нарисуйте соответствующую кривую разгона. Найдите отклик звена на входное воздействие $x=3\tau \cdot 1(\tau)$.

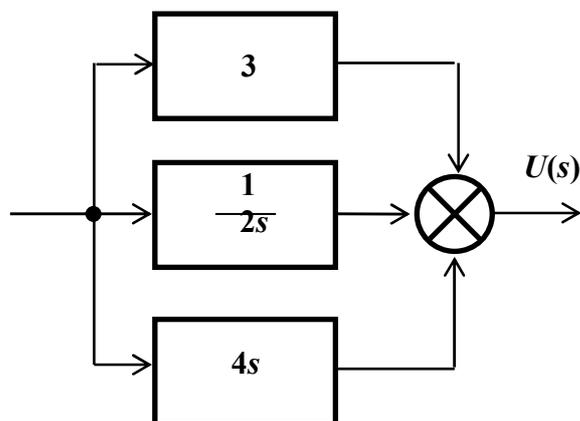
Раздел 2. Пример контрольной работы № 2. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, 5 баллов за первый вопрос, 3 балла за второй вопрос, 2 балла за третий вопрос.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема регулятора.



Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

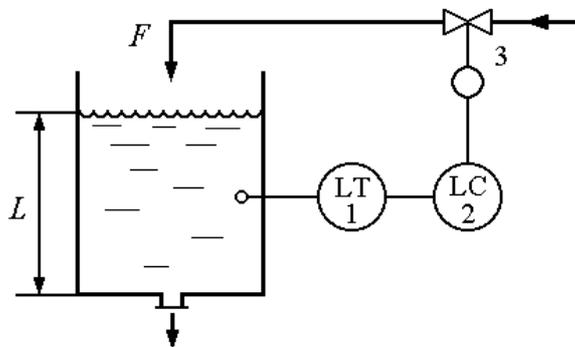
3. Идеальное интегрирующее звено. Пример. Передаточная функция идеального интегрирующего звена.

Раздел 2. Пример контрольной работы № 3. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 1 вопрос.

Для напорного бака при небольших изменениях уровня справедлива зависимость, связывающая уровень жидкости в баке L и расход на линии притока в бак:

$$2 \frac{dL}{d\tau} + L = 1,6 F$$

где L , м – уровень жидкости в напорном баке; F , м³/мин – приток жидкости в напорный бак.



Уровень в напорном баке регулируется изменением притока. В систему автоматического регулирования входят: напорный бак, датчик уровня 1, регулятор 2, исполнительное устройство 3 (исполнительный механизм с регулирующим клапаном). Измерительный прибор и исполнительное устройство имеют передаточные функции

$$W_1(s) = \frac{1}{0,1s + 1}$$

$$W_3(s) = \frac{5}{0,5s + 1}$$

Регулятор 2 формирует пропорциональный закон регулирования. Постоянная времени в уравнении и передаточных функциях дана в минутах.

1) Определите, как будет меняться уровень $L(\tau)$, если в момент, когда напорный бак находился в статическом режиме, а регулятор уровня был отключён, произошло ступенчатое изменение расхода F на линии притока от 2,0 м³/мин до 2,2 м³/мин.

2) Определите коэффициент усиления регулятора, при котором система регулирования будет иметь запас устойчивости по амплитуде 40%.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Билет для *зачета с оценкой* включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит **3** вопроса. Первый вопрос – **10** баллов, второй вопрос – **15** баллов, третий вопрос – **15** баллов.

1. Понятие типового динамического звена. Применение звеньев. Основные типы звеньев и их характеристики.
2. Использование преобразования Лапласа при рассмотрении систем автоматического регулирования (примеры).
3. Передаточные функции. Их получение и использование.
4. Частотная передаточная функция. Применение, примеры.
5. Передаточные функции типовых комбинаций звеньев.
6. Изменение свойств динамического звена с помощью обратной связи (примеры).
7. Получение временных характеристик объекта экспериментально и из его дифференциального уравнения, их использование.
8. Частотные характеристики звеньев.
9. Исследование систем управления с помощью частотных характеристик.
10. Статические звенья нулевого и первого порядка, их характеристики, примеры.
11. Статические звенья второго порядка: уравнение, характеристики, основные свойства.
12. Идеальное интегрирующее звено: уравнение, характеристики, основные свойства.
13. Звено запаздывания: уравнение, характеристики, примеры.
14. Дифференцирующие звенья: уравнение, характеристики, основные свойства.
15. Устойчивость систем автоматического регулирования.
16. Предельное усиление регулятора и обеспечение запаса устойчивости.
17. Определение устойчивости систем автоматического регулирования с помощью частотного критерия устойчивости Найквиста.
18. Определение параметров настройки регулятора с помощью частотного критерия устойчивости Найквиста.
19. Статические, нейтральные и неустойчивые объекты регулирования.
20. Самовыравнивание объектов регулирования: характеристики, примеры.
21. Объекты регулирования с сосредоточенными параметрами и с распределёнными параметрами. Особенности регулирования объектов с распределёнными параметрами.
22. Выбор закона действия регулятора и параметров его настройки в зависимости от свойств объекта регулирования.
23. Влияние свойств объекта регулирования: на выбор структуры системы регулирования; на выбор закона действия регулятора; на качество регулирования.
24. Основные линейные законы регулирования: уравнения, основные свойства, примеры.
25. Классификация и особенности законов регулирования.
26. Пропорциональный закон регулирования: уравнение, основные свойства, характеристики.
27. Пропорциональный и пропорционально-дифференциальный законы регулирования: уравнения, характеристики, основные свойства.
28. Интегральный закон регулирования: уравнение, характеристики, основные свойства.
29. Пропорционально-интегральный закон регулирования: уравнение, характеристики, основные свойства.
30. Пропорционально-интегрально-дифференциальный закон регулирования: уравнение, характеристики, основные свойства.

31. Регулирование с предварением. Пропорционально-дифференциальный и пропорционально-интегрально-дифференциальный законы регулирования.
32. Основные методы измерения: их особенности, достоинства, недостатки, примеры.
33. Компенсационный метод измерения (на примере электрических измерений).
34. Структурная схема измерительной системы (устройства). Функции приборов автоматического контроля.
35. Структурные схемы цифрового измерительного устройства и измерительного канала информационно-измерительной системы.
36. Статические свойства измерительных приборов.
37. Статические и динамические свойства средств измерения и других элементов САР, их влияние на качество регулирования.
38. Переходные характеристики средств измерения.
39. Погрешности измерений.
40. Измерение электрического сопротивления как носителя информации о состоянии химико-технологического процесса.
41. Измерение электрического напряжения как носителя информации о состоянии химико-технологического процесса.
42. Измерительные преобразователи. Структура и надёжность измерительных преобразователей.
43. Классификация приборов для измерения температуры.
44. Погрешности измерения температуры контактным и бесконтактным методами.
45. Термоэлектрические термометры.
46. Термоэлектрические термометры и термометры сопротивления.
47. Измерение температуры с помощью термоэлектрических преобразователей (термопар).
48. Измерение температуры с помощью манометрических термометров и термометров расширения.
49. Измерение температуры бесконтактным методом.
50. Термометры излучения.
51. Основные конструкции приборов для измерения давления. Защита манометров от воздействия агрессивных, горячих и загрязнённых сред.
52. Измерение расхода газов и жидкостей. Расходомеры переменного и постоянного перепада давления.
53. Измерение расхода газов и жидкостей. Электромагнитный, ультразвуковой, вихревой и кориолисов расходомеры.
54. Измерение расхода газов и жидкостей на основе тепловых явлений.
55. Объёмные счётчики газа и жидкости.
56. Измерение уровня жидкости. Гидростатические, ёмкостные, ультразвуковые уровнемеры.
57. Термокондуктометрический и термохимический газоанализаторы.
58. Термомагнитный газоанализатор.
59. Газоанализаторы инфракрасного поглощения.
60. Назначение, цели и функции систем управления химико-технологическими процессами.
61. Особенности управления химико-технологическими процессами. Основные типы систем автоматического регулирования.
62. Классификация регуляторов по различным признакам.
63. Классификация систем автоматического управления по различным признакам.
64. Системы автоматического управления без обратной связи и с обратной связью. Комбинированные системы управления.
65. Регулирование без обратной связи (регулирование по возмущающему воздействию).
66. Одноконтурные и многоконтурные системы автоматического регулирования.

67. Многоконтурные системы автоматического регулирования (системы каскадного и связанного регулирования).
68. Функциональная структура системы автоматического регулирования.
69. Критерии (показатели) качества регулирования.
70. Исполнительные устройства САР.
71. Исполнительные механизмы систем автоматического регулирования.
72. Регулирующие органы САР: конструкция, характеристики, свойства.
73. Классификация и характеристики регулирующих органов САР.
74. SCADA-системы: назначение, основные задачи, возможности.

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

8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по дисциплине **«Системы управления химико-технологическими процессами»** проводится в **9-ом** семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для **зачета с оценкой** состоит из **3** вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **зачета с оценкой**:

<p>«Утверждаю»</p> <p>заведующий кафедрой ОХТ</p> <p>_____ В.Н. Грунский</p> <p>«__» _____ 2022 г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра Общей химической технологии</p>
	<p>18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий</p>
<p>Дисциплина: Системы управления химико-технологическими процессами</p>	
<p>Билет № 1</p>	
<p>1. Понятие типового динамического звена. Применение звеньев. Основные типы звеньев и их характеристики.</p>	
<p>2. Измерение электрического напряжения как носителя информации о состоянии химико-технологического процесса.</p>	
<p>3. Функциональная структура системы автоматического регулирования.</p>	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Беспалов А. В., Харитонов Н. И. Системы управления химико-технологическими процессами. Учебник для вузов. М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. 690 с. (**базовый учебник**)

Б. Дополнительная литература

1. Беспалов А. В., Харитонов Н. И. Задачник по системам управления химико-технологическими процессами. Учебное пособие для вузов. М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. 307 с.

2. Сажин, С. Г. Средства автоматического контроля технологических параметров: учебник / С. Г. Сажин. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 368 с. – ISBN 978-5-8114-1644-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/211655> (дата обращения: 31.03.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Беспалов А.В., Грунский В.Н., Харитонов Н.И. Системы управления химико-технологическими процессами: иллюстративные материалы. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. 76 с.

4. Беспалов А.В., Грунский В.Н., Золотухин С.Е., Сальникова О.Ю., Садиленко А.С. Системы управления химико-технологическими процессами: лабораторный практикум. Ч. 1. Система автоматического регулирования расхода, 2016, 86 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Современные технологии автоматизации» («СТА») ISSN 0206-975X
- Журнал «Автоматизация в промышленности» ISSN 1819-5962
- Журнал «Автоматизация. Современные технологии» ISSN 0869-4931

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций (общее число слайдов – 154);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число билетов – 50).

Для освоения дисциплины в дистанционном режиме преподаватели могут использовать следующие средства коммуникации со студентами:

- электронная информационно-образовательная среда (ЭИОС);
- корпоративная электронная почта;
- <https://etutorium.ru/> – LMS eTutorium;
- <https://zoom.us/> – LMS Zoom.

10. 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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Системы управления химико-технологическими процессами*» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная меловой доской и учебной мебелью, учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная меловой доской и учебной мебелью, компьютерный зал для проведения лабораторного практикума с 7 рабочими местами, 7 персональными компьютерами и 7 стендами по регулированию и измерению основных технологических параметров (давление, уровень, расход, температура).

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Презентации лекционного материала.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Для самостоятельной работы каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к нескольким электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам), содержащим все издания основной литературы, перечисленные в рабочей программе дисциплины, сформированным на основании прямых договорных отношений с правообладателями.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине, методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	8	бессрочно
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	8	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	Trace Mode 6	ПО находится в открытом доступе	7	бессрочная
4	Microsoft WhiteBoard 3.0	ПО находится в открытом доступе	1	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Основные понятия управления химико-технологическими процессами.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные понятия теории управления; – статические и динамические характеристики объектов управления; – основные виды САУ и законы регулирования; – типовые САУ в химической промышленности; – устойчивость САУ; – основные понятия о нелинейных САУ, релейных системах, логических алгоритмах управления, адаптивных и оптимальных системах управления. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – определять основные статические и динамические характеристики объектов управления; – выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; – оценивать устойчивость САУ. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами теории автоматического регулирования, организации и расчёта систем оптимального управления процессами химической технологии. 	<p style="text-align: center;">Оценка за лабораторный практикум</p> <p style="text-align: center;">Оценка за зачет с оценкой</p>
<p>Раздел 2. Основы теории автоматического управления.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные понятия теории управления; – статические и динамические характеристики объектов управления; – основные виды САУ и законы регулирования; – типовые САУ в химической промышленности; – устойчивость САУ; – основные понятия о нелинейных САУ, релейных системах, логических алгоритмах управления, адаптивных и оптимальных системах управления. <p><i>Умеет:</i></p>	<p style="text-align: center;">Оценка за контрольные работы № 1, 2, 3</p> <p style="text-align: center;">Оценка за лабораторный практикум</p> <p style="text-align: center;">Оценка за зачет с оценкой</p>

	<ul style="list-style-type: none"> – определять основные статические и динамические характеристики объектов управления; – выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; – оценивать устойчивость САУ. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами теории автоматического регулирования, организации и расчёта систем оптимального управления процессами химической технологии. 	
<p>Раздел 3. Измерение технологических параметров химико-технологического процесса.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные понятия теории управления; – статические и динамические характеристики объектов управления; – типовые САУ в химической промышленности; – методы и средства измерения основных технологических параметров. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – определять основные статические и динамические характеристики объектов управления; – выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; – выбирать конкретные типы приборов для диагностики ХТП. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами теории автоматического регулирования, организации и расчёта систем оптимального управления процессами химической технологии. 	<p>Оценка за лабораторный практикум</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p>
<p>Раздел 4. Основы проектирования автоматических систем управления химико-технологическими процессами.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные понятия теории управления; – статические и динамические характеристики объектов управления; – основные виды САУ и законы регулирования; – типовые САУ в химической промышленности; – методы и средства измерения основных технологических 	<p>Оценка за лабораторный практикум</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p>

	<p>параметров;</p> <ul style="list-style-type: none"> – устойчивость САУ; – основные понятия о нелинейных САУ, релейных системах, логических алгоритмах управления, адаптивных и оптимальных системах управления. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – определять основные статические и динамические характеристики объектов управления; – выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; – оценивать устойчивость САУ; – выбирать конкретные типы приборов для диагностики ХТП. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами теории автоматического регулирования, организации и расчёта систем оптимального управления процессами химической технологии. 	
--	---	--

13. 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 06.04.2021 № 245);

– 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;

– 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
«Системы управления химико-технологическими процессами»**

**основной образовательной программы
18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий**

Форма обучения: *очная*

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		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»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

« 25 » мая 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И РЕАКТОРЫ»**

**Специальность 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий**

Квалификация «инженер»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
« 25 » мая 2022 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена:

доцентом кафедры ОХТ, к.т.н., Давидхановой М.Г.

ассистентом кафедры ОХТ, Дубко А.И.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Общей химической технологии «23» мая 2022 г., протокол № 8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности **18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Общей химической технологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение **одного** семестров.

Дисциплина **«Химические процессы и реакторы»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики и физической химии.

Цель дисциплины – получение обучающимися знаний об основных реакционных процессах и реакторах химической и нефтехимической технологии, в частности: теории процесса в реакционном аппарате химического производства – химическом реакторе, методологии исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях (от молекулярного до масштаба реакционного узла), методике выбора реактора и расчета процесса в нем.

Задачи дисциплины:

– знакомство с химическим реакторов и протекающими в нем процессами, то есть общий анализ изучаемого объекта, его классификация и выделение частных явлений для их последующего рассмотрения в курсе;

– последовательное изучения процесса в химическом реакторе в соответствии с иерархической структурой: химическая реакция, химический процесс (химическая реакция с одновременно протекающими процессами переноса молекулярного масштаба), процесс в реакционном слое реактора и в реакторе в целом;

– развитие инженерного мышления и эрудиции при анализе процесса в химическом реакторе.

Дисциплина **«Химические процессы и реакторы»** преподается в **7-ом** семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Общепрофессиональных компетенций и индикаторов их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Исследовательская подготовленность	ОПК-2. Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование при проведении научного и технологического эксперимента, проводить обработку и анализ полученных результатов	ОПК-2.5. Знает основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии. ОПК-2.9. Умеет выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе. ОПК-2.14. Владеет методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основы теории химических процессов и реакторов;
- методологию исследования взаимодействия химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях;
- методику выбора реактора и расчёта процесса в нем;
- основные реакционные процессы и реакторы химической технологии.

Уметь:

- произвести выбор типа реактора;
- провести расчет технологических параметров для заданного процесса;
- определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе.

Владеть:

- методами расчёта и анализа процессов в химических реакторах;
- методами определения технологических показателей;
- методами выбора химических реакторов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	48	36
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
Самостоятельная работа	1,67	60	45
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,6	44,7
Вид контроля:			
Зачет с оценкой	+	+	+
Вид итогового контроля	зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек	ПЗ	СР
1.	Раздел 1. Введение в математическое моделирование химических процессов и реакторов	19	3	8	8
2.	Раздел 2. Химический процесс	33	11	-	22
3.	Раздел 3. Химический реактор	42	14	8	20
4.	Раздел 4. Промышленные химические реакторы	14	4	-	10
	ИТОГО	108	32	16	60
	Зачет с оценкой	0			
	ИТОГО	108			

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение в математическое моделирование химических процессов и реакторов

Представление о химическом реакторе. Обзор конструкций и структурных элементов химических реакторов. Структура процессов в химическом реакторе. Моделирование, как научный метод исследования процессов. Схема математического моделирования химического реактора. Иерархическая структура процессов в химическом реакторе и иерархическая система моделей. Физико-химические закономерности химических превращений – стехиометрические, термодинамические, кинетические. Показатели химического превращения – степень превращения, выход продукта, интегральная и дифференциальная селективности, скорости реакции и превращения реагентов. Пути повышения эффективности химических превращений на основе знания их физико-химических свойств.

Раздел 2. Химический процесс

Определение химического процесса. Классификация химических процессов по различным признакам. Влияние химических признаков и условий протекания гомогенного процесса на его показатели. Способы интенсификации. Понятие оптимальных температур. Оптимальные температуры для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических процессов.

Структура гетерогенного процесса и его составляющие (стадии). Наблюдаемая скорость химического превращения. Области (режимы) протекания процесса, лимитирующая стадия. Гетерогенный химический процесс "газ(жидкость)–твердое". Обоснование, построение и анализ математической модели для реакций горения (модель "сжимающаяся сфера") и топохимической (модель "с невзаимодействующим ядром"). Наблюдаемая скорость превращения, время превращения и пути интенсификации для различных областей протекания процесса. Гетерогенный химический процесс "газ(жидкость)–жидкость". Обоснование, построение и анализ математической модели. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Пути интенсификации для различных режимов процесса.

Гетерогенный катализ на твердом катализаторе. Обоснование, построение и анализ математической модели на каталитической поверхности и в пористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Степень использования внутренней поверхности. Пути интенсификации каталитических процессов. Влияние теплопереноса на гетерогенный и гетерогенно-каталитический процессы.

Раздел 3. Химический реактор

Классификация процессов в реакторах. Обоснование и построение математических модели процесса в реакторах различного типа. Систематизация и классификация математических описаний процессов в реакторах. Влияние структуры потока (идеальное смешение и вытеснение), стационарности режима (проточный и периодический), параметров и условий протекания процесса (температура, концентрация, давление, объем реакционной зоны, время), вида химической реакции (простая и сложная, обратимая и необратимая) и ее параметров на профили концентраций и показатели процесса в реакторе (степень превращения, выход продукта, селективность процесса. Основы расчета процесса в реакторе. Сравнение эффективности работы реакторов, описываемых различными моделями – идеального смешения и вытеснения. Организация тепловых потоков и режимов в химических реакторах. Распределение температуры и концентраций (степени превращения) в реакторе в режимах идеального смешения и распределения, адиабатическом и с теплообменом. Связь температуры и степени превращения в адиабатическом процессе. Сопоставление с изотермическим режимом. Число и устойчивость стационарных режимов в адиабатическом реакторе идеального смешения и автотермическом реакторе идеального вытеснения

Раздел 4. Промышленные химические реакторы

Конструкции промышленных реакторов для проведения процессов гомогенных, гетерогенных и каталитических – выбор типа реактора, особенности конструктивные и режима.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
Знать:					
1	основы теории химических процессов и реакторов;		+	+	
2	методологию исследования взаимодействия химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях;	+	+	+	
3	методику выбора реактора и расчёта процесса в нем;			+	
4	основные реакционные процессы и реакторы химической технологии.				+
Уметь:					
5	произвести выбор типа реактора;			+	
6	провести расчет технологических параметров для заданного процесса;	+	+	+	
7	определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе.		+	+	+
Владеть:					
8	методами расчёта и анализа процессов в химических реакторах;	+		+	
9	методами определения технологических показателей;	+	+		+
10	методами выбора химических реакторов.			+	

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>общепрофессиональные</i> компетенции и индикаторы их достижения:						
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
11	ОПК-2. Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование при проведении научного и технологического эксперимента, проводить обработку и анализ полученных результатов	ОПК-2.5. Знает основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии.	+	+	+	+
12		ОПК-2.9. Умеет выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе.	+	+	+	+
13		ОПК-2.14. Владеет методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Показатели химико-технологического процесса. Стехиометрические закономерности.	2
2	1	Показатели химико-технологического процесса. Термодинамические закономерности.	3
3	1	Показатели химико-технологического процесса. Кинетические закономерности.	3
4	3	Реакторы идеального вытеснения (РИВ) и идеального смешения непрерывного действия (РИС-н)	5
5	3	Реакторы идеального смешения периодического действия (РИС-п). Адиабатический реактор идеального смешения	3

6.2 Лабораторные занятия

Учебным планом проведение лабораторных занятий не предусмотрено.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- изучение лекционного материала и учебника по дисциплине;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу дисциплины;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам 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.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

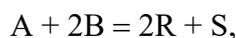
Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка **60** баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка **40** баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено **2** контрольные работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет **30** баллов за каждую контрольную работу.

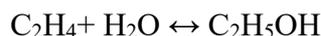
Разделы 1 и 2. Пример контрольной работы № 1. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

1. Определить степень превращения по компоненту В (x_B) и состав реакционной смеси для реакции



если $x_A = 0,6$; $c_{A0} = 1$ кмоль/м³; $c_{B0} = 1,5$ кмоль/м³.

2. Определить влияние избытка водяного пара в исходной смеси на равновесную степень превращения этилена в обратимой реакции синтеза этанола:



для трёх мольных соотношений в исходной смеси $\alpha = H_2O:C_2H_4 = 1; 4; 9$. Давление в процессе 3 МПа, константа равновесия $K_p = 0,068$ МПа⁻¹.

Разделы 3 и 4. Пример контрольной работы № 2. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

1. Реактор периодического действия за 8 ч должен производить $N_R = 4,8$ кмоль продукта R. Чтобы загрузить реактор, нагреть его до нужной температуры и разгрузить после окончания процесса, требуется 1 ч.

1) Найти необходимый объём реактора, если известно, что в реакторе протекает реакция $A \rightarrow R$ с константой скорости $0,026$ мин⁻¹, начальная концентрация вещества A равна 8 кмоль/м³, 99 % которого подвергается превращению.

2) Определить объёмы реакторов ИС-Н и ИВ для получения такого же количества продукта R в сутки при той же степени превращения вещества A.

2. В реакторе идеального смешения объёмом $0,3$ м³ проводится экзотермическая реакция 1-го порядка $A \rightarrow R + Q_p$. Константа скорости реакции описывается уравнением $k =$

$10^3 \exp\left(\frac{-20000}{RT}\right)$ мин⁻¹. Тепловой эффект реакции составляет 2300 ккал/кмоль. Плотность

реакционной массы не зависит от степени превращения и равна 420 кг/м³. Удельная теплоёмкость раствора равна $0,95$ ккал/(кг·К). Раствор реагента A подаётся с концентрацией 6 кмоль/м³ в количестве $0,6$ м³/ч. Рассчитать, при какой температуре следует подавать исходный раствор вещества A в реактор, работающий в адиабатическом режиме, чтобы температура в нём не превышала 60 °С.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Билет для *зачета с оценкой* включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. Первый вопрос – 20 баллов, второй вопрос – 20 баллов.

1. Химический процесс – определение, примеры. Физико-химические закономерности – стехиометрические.
2. Химический процесс – определение, примеры. Физико-химические закономерности – термодинамические.
3. Химический процесс – определение, примеры. Физико-химические закономерности – кинетические.
4. Степень превращения исходных веществ, выход продукта, селективность процесса по продуктам (интегральная и дифференциальная) - определения, взаимосвязь.
5. Моделирование как метод исследования. Математическое моделирование химических процессов и реакторов. Этапы моделирования. Иерархическая структура модели.
6. Гомогенный химический процесс. Определение, примеры. Зависимость скорости превращения от концентрации и температуры для простой необратимой реакции.
7. Гомогенный химический процесс. Определение, примеры. Зависимость скорости превращения от концентрации и температуры для простой обратимой реакции.
8. Гетерогенный химический процесс. Определение, классификация, примеры. Понятия наблюдаемой скорости превращения, лимитирующей стадии.
9. Гетерогенный химический процесс "газ-твёрдое". Модель "сжимающаяся сфера" - математическое описание, наблюдаемая скорость превращения, время полного превращения, способы интенсификации.
10. Гетерогенный химический процесс "газ-твёрдое". Модель "сжимающееся ядро". Математическое описание. Кинетический режим - наблюдаемая скорость превращения, время полного превращения, способы интенсификации.
11. Гетерогенный химический процесс "газ-твёрдое". Модель "сжимающееся ядро". Математическое описание. Внутридиффузионный режим - наблюдаемая скорость превращения, время полного превращения, способы интенсификации.
12. Гетерогенный химический процесс "газ-твёрдое". Модель "сжимающееся ядро". Математическое описание. Внешнедиффузионный режим - наблюдаемая скорость превращения, время полного превращения, способы интенсификации.
13. Химический реактор. Определение, примеры конструкций. Функциональные элементы реактора, структура процессов.
14. Построение математической модели процесса в реакторах различного типа. Основные математические модели.
15. Изотермический процесс в периодическом реакторе (модель идеального смешения). Зависимости $C(t)$, $x(t)$ для простых реакций. Влияние параметров процесса.
16. Изотермический процесс в проточном реакторе (модель идеального вытеснения). Зависимости $C(\tau)$, $x(\tau)$ для простых реакций. Влияние параметров процесса.
17. Изотермический процесс в проточном реакторе (модель идеального смешения). Зависимости $C(\tau)$, $x(\tau)$ для простых реакций. Влияние параметров процесса.
18. Изотермический процесс в проточном реакторе (модель идеального вытеснения). Зависимости $C(\tau)$, $S(\tau)$ при протекании сложной реакции. Влияние параметров процесса.
19. Сопоставление процессов в реакторах идеального смешения и вытеснения по интенсивности и избирательности.
20. Процесс в химическом реакторе с теплообменом. Организация теплообмена. Математические модели процесса в режимах смешения и вытеснения.
21. Процесс в химическом реакторе с теплообменом. Математическое описание. Профили температур и концентраций в режиме идеального вытеснения.

22. Адиабатический процесс в проточном реакторе в режиме идеального смешения. Число стационарных режимов и их устойчивость.
23. Адиабатический процесс в проточном реакторе в режиме идеального смешения. Сопоставление с процессом в режиме идеального вытеснения.
24. Реакторы для гомогенных процессов. Примеры конструкций, математическое описание, применение.
25. Реакторы для гетерогенных "газ-твёрдое" процессов. Примеры конструкций, математическое описание, применение.

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

8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по дисциплине «*Химические процессы и реакторы*» проводится в *7-ом* семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для *зачета с оценкой* состоит из *2* вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для *зачета с оценкой*:

<p>«<i>Утверждаю</i>»</p> <p>заведующий кафедрой ОХТ</p> <p>_____ В.Н. Грунский</p> <p>«__» _____ 2022 г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра <i>Общей химической технологии</i></p>
	<p><i>18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий</i></p>
	<p>Дисциплина: <i>Химические процессы и реакторы</i></p>
<p>Билет № 1</p>	
<p>1. Гетерогенный химический процесс "газ-твёрдое". Модель "сжимающаяся сфера" – математическое описание, наблюдаемая скорость превращения, время полного превращения, способы интенсификации.</p>	
<p>2. Реактор идеального вытеснения непрерывного действия в изотермическом режиме. Математическая модель. Распределение концентрации и степени превращения по длине реактора. Вид математической модели для простых необратимых реакций различного порядка.</p>	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Бесков В.С. Общая химическая технология: Учебник для вузов. – М.: ИКЦ "Академкнига". 2005. – 452 с. (**базовый учебник**)
2. Игнатенков, В. И. Общая химическая технология: теория, примеры, задачи: учебное пособие для академического бакалавриата / В. И. Игнатенков. – 2-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 195 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-09222-6. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/427454> (дата обращения: 31.03.2022).

Б. Дополнительная литература

1. Харлампида, Х. Э. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов: учебник / Х. Э. Харлампида. – 2-е изд., перераб. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 448 с. – ISBN 978-5-8114-1478-9. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/213269> (дата обращения: 31.03.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Ванчурин В.И., Игнатенков В.И., Тарасенко Т.А. Химические процессы и реакторы. Сборник задач: учебное пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2017. – 68 с.
3. Ванчурин В.И., Грунский В.Н. Гетерогенные каталитические процессы в примерах и задачах. Ч.1 – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2016. – 32 с.
4. Бесков В. С., Ванчурин В. И., Игнатенков В. И. Общая химическая технология в вопросах и ответах. Ч.1.: методическое пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2011. – 83 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- «Журнал прикладной химии» ISSN 0044-4618
- Журнал «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571
- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 0023-110X

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций (общее число слайдов – 137);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число билетов – 50).

Для освоения дисциплины в дистанционном режиме преподаватели могут использовать следующие средства коммуникации со студентами:

- электронная информационно-образовательная среда (ЭИОС);
- корпоративная электронная почта;
- <https://etutorium.ru/> – LMS eTutorium;
- <https://zoom.us/> – LMS Zoom.

10. 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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Химические процессы и реакторы*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная меловой доской и учебной мебелью, учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная меловой доской и учебной мебелью.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Презентации лекционного материала.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Для самостоятельной работы каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к нескольким электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам), содержащим все издания основной литературы, перечисленные в рабочей программе дисциплины, сформированным на основании прямых договорных отношений с правообладателями.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине, методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	14	бессрочно
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	14	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Введение в математическое моделирование химических процессов и реакторов</p>	<p><i>Знает:</i> - методологию исследования взаимодействия химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях. <i>Умеет:</i> - производить расчет технологических параметров для заданного процесса. <i>Владеет:</i> - методами расчета и анализа процессов в химических реакторах; - методикой определения технологических показателей.</p>	<p style="text-align: center;">Оценка за контрольную работу № 1</p> <p style="text-align: center;">Оценка за зачет с оценкой</p>
<p>Раздел 2. Химический процесс</p>	<p><i>Знает:</i> - основы теории химических процессов; - методологию исследования взаимодействия химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях. <i>Умеет:</i> - производить расчет технологических параметров для оптимальных условий проведения процесса; - определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе. <i>Владеет:</i> - методикой определения технологических показателей.</p>	<p style="text-align: center;">Оценка за контрольную работу № 1</p> <p style="text-align: center;">Оценка за зачет с оценкой</p>
<p>Раздел 3. Химический реактор</p>	<p><i>Знает:</i> - основы теории химических реакторов; - методологию исследования взаимодействия химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях; - методику выбора реактора и расчеты процесса в нем. <i>Умеет:</i> - произвести выбор типа реактора; - произвести расчет технологических параметров для заданного процесса; - определить параметры наилучшей организации процесса в химическом</p>	<p style="text-align: center;">Оценка за контрольную работу № 2</p> <p style="text-align: center;">Оценка за зачет с оценкой</p>

	<p>реакторе. <i>Владеет:</i> - методами расчета и анализа процессов в химических реакторах; - методами выбора химических реакторов.</p>	
<p>Раздел 4. Промышленные химические реакторы</p>	<p><i>Знает:</i> - основные реакционные процессы и реакторы химической технологии. <i>Умеет:</i> - определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе. <i>Владеет:</i> -методикой определения технологических показателей.</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 2</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p>

13. 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 06.04.2021 № 245);

– 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;

– 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
«Химические процессы и реакторы»**

**основной образовательной программы
18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий**

Форма обучения: *очная*

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		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»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

« 25 » мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физическая культура и спорт»

**Специальность 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий**

(Код и наименование направления подготовки)

**Специализация № 1 – «Химическая технология органических
соединений азота»**

(Наименование профиля подготовки)

Квалификация «Инженер»

РАСМОТРЕНО И ОДОБРЕНО

на заседании Методической комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

« 25 » мая 2022 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022 г.

Программа составлена:

доцентом кафедры физического воспитания Т.Н. Акуловой

доцентом кафедры физического воспитания О.В. Носик

к.п.н., профессором кафедры физического воспитания С.И. Сучковым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физического воспитания
« 12 » мая 2022 г., протокол № 13__

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности **18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий** (ФГОС ВО), рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины **кафедрой физического воспитания** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение двух семестров.

Дисциплина **«Физическая культура и спорт»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физической культуры и спорта.

Цель дисциплины – формирование мировоззрения и культуры личности, гражданской позиции, нравственных качеств, чувства ответственности, самостоятельности в принятии решений, способности использовать разнообразные формы физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления своего здоровья и здоровья своих близких в повседневной жизни и профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины – заключаются в использовании приобретенных знаний и умений в практической деятельности и повседневной жизни для:

- повышения работоспособности, сохранения и укрепления здоровья;
- подготовки к профессиональной деятельности и службе в Вооруженных Силах Российской Федерации;
- организации и проведения индивидуального, коллективного и семейного отдыха;
- формирования здорового образа жизни.

Дисциплина **«Физическая культура и спорт»** преподается в 1 и 4 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьезбережение)	УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	УК-7.1. Знает научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни; влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья; способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности; правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности УК-7.2. Умеет поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности УК-7.3. Умеет использовать основы

		<p>физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом внешних и внутренних условий реализации профессиональной деятельности</p> <p>УК-4 Владеет средствами и методами укрепления здоровья, физического самосовершенствования; должным уровнем физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</p>
--	--	---

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни;
- влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний и вредных привычек;
- способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности;
- правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности;
- историю физической культуры и спорта, представление о значимых спортивных событиях не только своей страны, но и мирового уровня, важнейшие достижения в области спорта;
- спортивные традиции РХТУ им. Д.И. Менделеева, помнить о подвигах спортсменов в годы Великой отечественной войны 1941-1945 гг.

Уметь:

- поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;
- использовать основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом внешних и внутренних условий реализации профессиональной деятельности;
- самостоятельно заниматься физической культурой и спортом;
- осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности.

Владеть:

- средствами и методами укрепления здоровья, физического самосовершенствования;
- должным уровнем физической подготовленности, для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	Всего		Семестр			
			1 семестр		4 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	72	1	36	1	36
Контактная работа – аудиторные занятия:	2	72	1	36	1	36
Лекции (Лек)	0,2	8	0,1	4	0,1	4

Практические занятия (ПЗ)	1,8	64	0,9	32	0,9	32
Вид итогового контроля:			Зачет		Зачет	

Виды учебной работы	Всего		Семестр			
			1 семестр		4 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	54	1	27	1	27
Контактная работа – аудиторные занятия:	2	54	1	27	1	27
Лекции (Лек)	0,2	6	0,1	3	0,1	3
Практические занятия (ПЗ)	1,8	48	0,9	24	0,9	24
Вид итогового контроля:			Зачет		Зачет	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек	МПЗ	ППФП	КР
1.	Раздел 1. Предмет «Физическая культура и спорт». История ФКиС	18	2	6	9	1
1.1	Предмет физическая культура и спорт	9	1	3	4,5	0,5
1.2	История спорта	9	1	3	4,5	0,5
2.	Раздел 2. Основы здорового образа жизни (ЗОЖ)	18	2	6	9	1
2.1	Врачебный контроль и самоконтроль на занятиях физической культурой и спортом	9	1	3	4,5	0,5
2.2	Гигиеническое обеспечение занятий оздоровительной физической культурой	9	1	3	4,5	0,5
3.	Раздел 3. Биологические основы физической культуры и спорта	18	2	6	9	1
3.1	Биологические основы физической культуры и спорта	9	1	3	4,5	0,5
3.2	Образ жизни и его отражение в профессиональной деятельности	9	1	3	4,5	0,5
4	Раздел 4. Профессионально-прикладная физическая культура и спорт	18	2	6	9	1
4.1	Общая физическая и спортивная подготовка студентов в образовательном процессе	9	1	3	4,5	0,5
4.2	Физическая культура и спорт в профессиональной деятельности обучающегося	9	1	3	4,5	0,5
	ИТОГО	72	8	24	36	4

4.2. Содержание разделов дисциплины

Каждый Раздел программы состоит из подразделов и имеет структуру:

- лекции (или теоретический Раздел);
- практический Раздел (состоит из: методико-практических занятий (МПЗ) и учебно-тренировочных занятий (профессионально-прикладная физическая подготовка, ППФП);
- контрольный Раздел (КР).

Теоретический подраздел формирует систему научно-практических и специальных знаний, необходимых для понимания природных и социальных процессов функционирования физической культуры общества и личности, умения их адаптивного творческого использования для личностного и профессионального развития; самосовершенствования, организации здорового образа жизни при выполнении учебной, профессиональной и социокультурной деятельности.

Методико-практические занятия предусматривают освоение основных методов и способов формирования учебных, профессиональных и жизненных умений и навыков средствами физической культуры и спорта.

На методико-практических занятиях уделяется внимание:

- основным проблемам спортивной тренировки;
- влиянию физических упражнений на формирование профессиональных качеств будущего специалиста и личности занимающегося;
- воздействию средств физического воспитания на основные физиологические системы и звенья опорно-двигательного аппарата занимающегося;
- вопросам проведения соревнований (правила соревнований, система розыгрышей, определение победителей, оборудование и инвентарь).

Профессионально-прикладная подготовка проводится с учетом будущей профессиональной деятельности студента.

Учебно-тренировочные занятия базируются на широком использовании теоретических знаний и методических умений, на применении разнообразных средств физической культуры, спортивной и профессионально-прикладной физической подготовки студентов.

Контрольный подраздел. Критерием успешности освоения учебного материала является оценка преподавателя, учитывающая *регулярность посещения обязательных учебных занятий*, знаний теоретического раздела программы и выполнение установленных на данный семестр контрольных тестов общей физической и теоретической подготовки для отдельных групп различной спортивной направленности. КР входит в практические занятия.

Раздел 1. Предмет Физическая культура и спорт. История ФКиС

1.1. ПРЕДМЕТ ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ. Задачи и место дисциплины в подготовке специалиста. Организация учебного процесса в рамках действующей рейтинговой системы. Требования к зачету.

1.2. ИСТОРИЯ СПОРТА. Происхождение физических упражнений и игр. Древние олимпиады. Олимпийское движение. Возникновение и первоначальное развитие международного спортивного и олимпийского движения. Первые олимпийские старты русских спортсменов. Российский олимпийский комитет: история становления, наши дни. Параолимпийское движение. Дефлимпийские игры. Специальные олимпиады. Спортивные общества: история физкультурно-спортивных общественных организаций. Борьба спортсменов против фашизма в годы второй мировой и Великой отечественной войны

МПЗ:

Тема № 1 (2 часа). Методики эффективных и экономных способов овладения жизненно важными умениями и навыками.

Тема № 2 (2 часа). Простейшие методы самооценки работоспособности, утомляемости и применение средств физической культуры для их направленной коррекции.

ППФП:

Основные задачи:

- определение уровня состояния здоровья и физической подготовленности студентов по тестовой программе;
- осуществление взаимосвязи в освоении знаний, двигательных умений и навыков;
- формирование у студентов опыта подбора и практических реализаций собственных оздоровительных или тренировочных программ.

Раздел 2. Основы здорового образа жизни

2.1. ВРАЧЕБНЫЙ КОНТРОЛЬ И САМОКОНТРОЛЬ НА ЗАНЯТИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ. Врачебный контроль и врачебное освидетельствование. Методика обследования: краткая и углубленная. Диагностика и самодиагностика состояния организма. Педагогический контроль. Самоконтроль: его основные методы, показатели, критерии и оценки. Показатели самоконтроля: объективные и субъективные. Дневник самоконтроля. Использование отдельных методов контроля при регулярных занятиях физическими упражнениями и спортом. Коррекция содержания и методики занятий по результатам показателей контроля. Профилактика спортивного травматизма. Основные виды травм у разных специализаций. Оказание первой помощи для студентов вузов химико-технологического профиля.

2.2. ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАНЯТИЙ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ. Гигиена физического воспитания и спорта. Основные гигиенические требования к занятиям оздоровительными физическими упражнениями; к структуре, содержанию и нормированию нагрузок на одном занятии. Гигиена закаливания. Физиологическая роль и гигиеническое значение белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных веществ. Режим питания при занятиях физической культурой и спортом. Социальная гигиена. Социально-опасные болезни и меры профилактики.

МПЗ:

Тема № 3 (2 часа). Методы самоконтроля и физического развития (стандарты, индексы, номограммы, формулы и др.) за функциональным состоянием организма (функциональные пробы).

Тема № 4 (2 часа). Основное гигиеническое требование к занятиям физическими упражнениями. Диагноз и краткая характеристика заболевания. Влияние заболевания на личную работоспособность и самочувствие.

ППФП:

Основные задачи:

- определение уровня состояния здоровья и физической подготовленности студентов по тестовой программе;
- осуществление взаимосвязи в освоении знаний, двигательных умений и навыков;
- формирование у студентов опыта подбора и практических реализаций собственных оздоровительных или тренировочных программ.

Раздел 3. Биологические основы физической культуры и спорта

3.1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА. Организм человека как единая саморазвивающаяся биологическая система. Анатомо-морфологическое строение и основные физиологические функции организма, обеспечивающие двигательную активность. Физическое развитие человека. Роль отдельных систем организма в обеспечении физического развития, функциональных и двигательных возможностей организма человека. Двигательная активность и ее влияние на устойчивость, и адаптационные возможности человека к умственным и физическим

нагрузкам при различных воздействиях внешней среды. Утомление при физической и умственной работе. Значение мышечной релаксации (расслабления). Восстановление.

3.2. ОБРАЗ ЖИЗНИ И ЕГО ОТРАЖЕНИЕ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.

Здоровье человека как ценность. Факторы его определяющие. Влияние образа жизни на здоровье. Здоровый образ жизни и его составляющие. Основные требования к организации здорового образа жизни. Роль и возможности физической культуры в обеспечении здоровья. Физическое самовоспитание и самосовершенствование в здоровом образе жизни. Социальный характер последствий для здоровья от употребления наркотических средств и других психоактивных веществ (ПАВ), допинга и пищевых добавок в спорте, алкоголя и табакокурения. Допинг как искусственное повышение физической работоспособности и его отрицательные последствия.

МПЗ:

Тема № 5 (2 часа). Методика индивидуального подхода и применение средств направленного развития отдельных физических качеств.

Тема № 6 (2 часа). Методы оценки и коррекции осанки и телосложения.

ППФП:

Основные задачи:

- определение уровня состояния здоровья и физической подготовленности студентов по тестовой программе;
- осуществление взаимосвязи в освоении знаний, двигательных умений и навыков;
- формирование у студентов опыта подбора и практических реализаций собственных оздоровительных или тренировочных программ.

Раздел 4. Профессионально-прикладная физическая культура и спорт

4.1. ОБЩАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ И СПОРТИВНАЯ ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ.

Методические принципы физического воспитания. Основы и этапы обучения движениям. Развитие физических качеств. Формирование психических качеств в процессе физического воспитания. Общая физическая подготовка, её цели и задачи. Зоны интенсивности и энергозатраты при различных физических нагрузках. Значение мышечной релаксации при занятиях физическими упражнениями. Возможность и условия коррекции общего физического развития, телосложения, двигательной и функциональной подготовленности средствами физической культуры и спорта. Специальная физическая подготовка, её цели и задачи. Спортивная подготовка. Структура подготовленности спортсмена. Массовый спорт и спорт высших достижений, их цели и задачи. Спортивные соревнования как средство и метод общей и специальной физической подготовки студентов. Юношеские олимпиады. Спортивная классификация. Система студенческих спортивных соревнований: внутривузовские, межвузовские, всероссийские и международные. Студенческие спортивные организации. Индивидуальный выбор студентом видов спорта или систем физических упражнений для регулярных занятий (мотивация и обоснование). Краткая психофизиологическая характеристика основных групп видов спорта и систем физических упражнений.

4.2. ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПЕЦИАЛИСТА.

Личная и социально-экономическая необходимость психофизической подготовки человека к труду. Определение понятия предварительной специализированной психофизической подготовки (ППФП), её цели, задачи, средства. Место ППФП в системе подготовки будущего специалиста. Факторы, определяющие конкретное содержание ППФП. Методика подбора средств ППФП, организация и формы её проведения. Контроль за эффективностью ППФП студентов. Основные и дополнительные факторы, оказывающие влияние на содержание ППФП по избранной профессии. Основное содержание ППФП будущего бакалавра и дипломированного специалиста. Производственная физическая культура и спорт. Производственная гимнастика. Особенности выбора форм, методов и средств физической культуры и спорта в рабочее и

свободное время специалистов. Профилактика профессиональных заболеваний средствами физической культуры и спорта. Дополнительные средства повышения общей и профессиональной работоспособности. Влияние индивидуальных особенностей и самостоятельных занятий физической культурой и спортом на организм.

МПЗ:

Тема № 7 (2 часа). Методика самостоятельного освоения отдельных элементов профессионально-прикладной физической подготовки. Методика проведения производственной гимнастики с учетом условий и характера труда.

Тема № 8 (2 часа). Методика оценки специальной физической и спортивной подготовленности по избранному виду спорта (тесты, контрольные задания для основного и спортивного отделений). Основы судейства по избранному виду спорта (для спортивного отделения).

ППФП:

Основные задачи:

- освоение знаний и формирование умений и навыков;
- акцентированное развитие физических и специальных качеств в предстоящей профессиональной деятельности;
- овладение практическими навыками использования тренажерных устройств, приспособлений и оборудования в организации самостоятельных занятий.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
Знать:					
1	– научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни	+	+	+	
2	– влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний и вредных привычек	+	+	+	+
3	– способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности		+	+	
4	– правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности	+	+	+	+
5	– историю физической культуры и спорта, представление о значимых спортивных событиях не только своей страны, но и мирового уровня, важнейшие достижения в области спорта	+			+
6	– спортивные традиции МХТИ-РХТУ им. Д.И. Менделеева, помнить о подвигах спортсменов в годы Великой отечественной войны	+			+
Уметь:					
7	– поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности		+	+	+
8	- использовать основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом внешних и внутренних условий реализации профессиональной деятельности	+	+	+	+
9	– самостоятельно заниматься физической культурой и спортом		+	+	+
10	– осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности		+	+	+
Владеть:					
11	– средствами и методами укрепления здоровья, физического самосовершенствования		+	+	+
12	– должным уровнем физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	+	+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие *универсальные компетенции и индикаторы их достижения*:

	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК				
15	<p>УК-7 Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</p>	<p>УК-7.1. Знает научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни; влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья; способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности; правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности</p> <p>УК-7.2. Умеет поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</p> <p>УК-7.3. Умеет использовать основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом внешних и внутренних условий реализации профессиональной деятельности</p> <p>УК-4 Владеет средствами и методами укрепления здоровья, физического самосовершенствования; должным уровнем физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</p>	+	+	+	+
			+	+	+	+
			+	+	+	+
			+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Практические занятия проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление теоретических знаний, полученных специалистом на лекционных занятиях, формирование понимания связей между теоретическими положениями физической культуры и методологией решения практических задач, отраженных в тематике лекций, приобретение навыков применения теоретических знаний в практической работе.

К *практическим занятиям* допускаются студенты, прошедшие медицинский осмотр и определившие свою группу здоровья (основную или подготовительную). Студенты, получившие группу здоровья специальную медицинскую «А» или «Б» обучаются по программе «Адаптивная физическая культура и спорт».

Исключение делается студентам в первом семестре, для которых это правило действует сразу после прохождения учебной группой медицинского осмотра по графику, составляемому учебным управлением университета. До этого, физические нагрузки на занятиях должны быть щадящие с учетом данных, согласно медицинской справке по форме № 086/у, а также опроса студентов о состоянии их здоровья.

Занятия проводятся в двух отделениях: основном и спортивном.

Учебно-тренировочные занятия **в основном учебном отделении**, где занимаются студенты основной и подготовительной медицинских групп, проводятся с направленностью на улучшение общей физической подготовки.

Наполняемость группы не более **20** человек.

В практическом разделе используются упражнения по общей физической подготовке, также могут использоваться физические упражнения из различных видов спорта, оздоровительных систем физических упражнений. На занятиях могут применяться тренажеры и компьютерно-тренажерные системы.

Практический учебный материал для студентов **спортивного отделения**. Обеспечивается дальнейшее повышение уровня общефизической и специальной физической подготовки студентов. Особое место отводится формированию основ знаний, умений и навыков организации самостоятельных занятий, использованию тренажеров и различного спортивного инвентаря для физического совершенствования. Студенты спортивного отделения могут заниматься по индивидуальному графику по избранным видам спорта с выполнением зачетных требований в установленные сроки. График учебного процесса спортивного отделения должен предусматривать полное изучение тематики теоретического и методического разделов рабочей программы с учетом специфики его организации на спортивном отделении.

Наполняемость группы не более **20** человек.

Перевод студента из одного учебного отделения в другое осуществляется только по завершении семестра, после аттестации в предыдущем отделении.

По медицинским показателям студент может быть переведен в специальное медицинское отделение в любое время в течение всего периода обучения.

Содержание и конкретные средства каждого практического занятия определяются преподавателем учебной группы. Преподаватель несет полную ответственность за соответствие используемых упражнений и их дозировок возможностям каждого отдельного студента.

Примерные темы практических занятий по дисциплине

Раздел	Тема практических занятий	Время
1	Методики эффективных и экономных способов овладения жизненно важными умениями и навыками.	2 акад. часа
	Простейшие методы самооценки работоспособности, утомляемости	2 акад.

	и применение средств физической культуры для их направленной коррекции.	часа
2	Методы самоконтроля и физического развития (стандарты, индексы, номограммы, формулы и др.) за функциональным состоянием организма (функциональные пробы).	2 академ. часа
	Основное гигиеническое требование к занятиям физическими упражнениями. Диагноз и краткая характеристика заболевания. Влияние заболевания на личную работоспособность и самочувствие.	2 академ. часа
3	Методика индивидуального подхода и применение средств направленного развития отдельных физических качеств.	2 академ. часа
	Основы методики самомассажа. Методы оценки и коррекции осанки и телосложения.	2 академ. часа
4	Методика самостоятельного освоения отдельных элементов профессионально-прикладной физической подготовки. Методика проведения производственной гимнастики с учетом условий и характера труда.	2 академ. часа
	Методика оценки специальной физической и спортивной подготовленности по избранному виду спорта (тесты, контрольные задания для основного и спортивного отделений). Основы судейства по избранному виду спорта (для спортивного отделения).	2 академ. часа

Взаимосвязь методико-практического и учебно-тренировочного занятий

<p><i>Методико-практическое занятие.</i></p> <p>Тема: Методика индивидуального подхода и применение средств направленного развития отдельных физических качеств:</p> <p>Изучение качества «гибкость»</p> <ul style="list-style-type: none"> - что такое «гибкость»; - индивидуальные особенности освоения качества «гибкость»; - показания и противопоказания к развитию качества «гибкость»; - комплекс упражнений на развитие качества «гибкость»; - подведение итогов занятия: что удалось/не удалось в освоении качества «гибкость»; физическая, мышечная усталость организма после проведения практического раздела занятия 	2 академ. часа
<p><i>Учебно-тренировочное занятие (профессионально-прикладная физическая подготовка).</i></p> <p>Тема: Развитие и укрепление мышц брюшного пресса.</p> <ul style="list-style-type: none"> - что такое брюшной пресс и где он находится; - для чего необходимо укреплять мышцы брюшного пресса; - тест из Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «ГТО» на укрепление мышц брюшного пресса (рассматривается V и VI ступени комплекса), правильность выполнения тестового норматива, критерии для выполнения норматива на золотой, серебряный и бронзовый значки; - разминочный комплекс; - основное время занятия: практическое обучение специалиста навыкам выполнения упражнений на укрепление мышц брюшного пресса; - контрольный раздел занятия – правильность выполнения изучаемых упражнений; - комплекс упражнений на расслабление; - подведение итогов практического занятия 	2 академ. часа

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа учебным планом не предусмотрена

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная дисциплина «*Физическая культура и спорт*» 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 рабочей программе, а также регулярное посещение практических занятий: методических и профессионально-прикладных.

Рабочая программа дисциплины предусматривает освоение лекционного материала, выполнение методико-практического задания по ППФП, а также подготовку и написание тестовых заданий по тематике дисциплины в 1 и 4 семестрах обучения. Эти работы выполняются в часы, в рамках текущего контроля освоения дисциплины.

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за практические занятия (максимальная оценка – 32 балла), посещения лекций (максимальная оценка – 4 балла), выполнение тестовых заданий – максимальная оценка 20 баллов) и написание и защиты ТИР (тематической исследовательской работы по истории спорта) – максимальная оценка 44 балла

1 курс, I семестр (осенний)

(Группа здоровья основная, специальная)

Месяц	Методико-практические занятия (контактная работа)		Лекции		Текущий и итоговый контроль	
	Освоенные часы (практ. занятия)	баллы	Освоенные часы	баллы	Вид контроля	баллы
Сентябрь	8 часов (4занятия)	8 баллов	2 часа (1занятие)	2 балла	-	-
Октябрь	8 часов (4 занятия)	8 баллов	-	-	Тестовое тематическое задание	10 баллов
Ноябрь	8 часов (4 занятия)	8 баллов	2 часа (1занятие)	2 балла	Тестовое тематическое задание	10 баллов
Декабрь	8 часов (4 занятия)	8 баллов	-	-	тематическо- исследовательск ая работа (ТИР)*	44 балла
Всего в семестре	32 часа (16 занятий)	32 балла	4часа (2 занятия)	4 балла	64 балла	
ИТОГО	36 часов / 100 баллов					

2 курс, IV семестр (весенний)

(Группа здоровья основная, специальная)

Месяц	Методико-практические занятия (контактная работа)		Лекции		Текущий и итоговый контроль	
	Освоенные часы (практ. занятия)	баллы	Освоенные часы	баллы	Вид контроля	баллы

Февраль	8 часов (4занятия)	8 баллов	2 часа (1занятие)	2 балла	-	-
Март	8 часов (4 занятия)	8 баллов	-	-	Тестовое тематическое задание	10 баллов
Апрель	8 часов (4 занятия)	8 баллов	2 часа (1занятие)	2 балла	Тестовое тематическое задание	10 баллов
Май	8 часов (4 занятия)	8 баллов	-	-	<i>тематическо- исследовательск ая работа (ТИР)*</i>	44 балла
Всего в семестре	32 часа (16 занятий)	32 балла	4часа (2 занятия)	4 балла	64 балла	
ИТОГО	36 часов / 100 баллов					

8.1. Реферативно-аналитическая работа

Примерные темы реферативно-аналитической работы

1. Опорно-двигательная система: скелет и кости
2. Опорно-двигательная система: мышцы и их функции
3. Пищеварительная система. Метаболизм
4. Сердечно-сосудистая система.
5. Дыхательная система, ее строение и функции
6. Нервная система, ее строение
7. Органы чувств.
8. Лечебная физкультура при заболеваниях органов дыхания
9. Лечебная физкультура при вегето-сосудистой дистонии
10. Лечебная физическая культура при ожирении.
11. Мышечный корсет.
12. Анатомия и функция подвздошно-поясничной мышцы.
13. Шейный отдел позвоночника.
14. Глубокие мышцы спины.
15. Большая круглая мышца мышечного корсета.
16. Трапециевидная мускулатура.
17. Виды мышц.
18. Средства и методы развития силовых способностей
19. Взаимосвязь координации движений с отдельными показателями умственных способностей
20. Выносливость и методика её воспитания
21. Физические упражнения для улучшения эмоционального состояния.
22. Спорт как способ объединения людей.
23. Спорт для повышения самооценки.
24. Источники энергии для физической активности.
25. Спортивное питание.
26. Вода и тренировки: зачем пить воду.
27. Расстройства пищевого поведения.
28. Средства восстановления
29. Значение витаминов для людей, ведущих спортивный образ жизни
30. Спорт и допинг
31. Физические упражнения для улучшения эмоционального состояния
32. Спорт как способ объединения людей.
33. Спорт для повышения самооценки.

34. Источники энергии для физической активности.
35. Спортивное питание
36. Вода и тренировки: зачем пить.
37. Расстройства пищевого поведения.
38. Средства восстановления.
39. Значение витаминов для людей, ведущих спортивный образ жизни
40. Спорт и допинг

Темы для ТИР – тематическо-исследовательской работы по истории спорта

1 семестр

Раздел 1. ТИР «Подвиг спортсменов в годы Великой отечественной войны 1941-1945 гг»

Буква фамилии	Тема
1. Великая Отечественная война 1941-1945гг. Первый период (22 июня 1941 г. — 18 ноября 1942 г.)	
А - Б	Летние оборонительные бои. Пограничные заставы. Брестская крепость. Битва за Ленинград. Блокада Ленинграда. Спортсмены: - Малинко Григорий Васильевич (борьба) - Тюкалов Юрий (гребля на байдарках и каноэ) - Павличенко Людмила Михайловна (стрелковый спорт)) - Набутов Виктор Сергеевич (футбол)
В - Г	Московская битва: – оборонительная до 05.12.1941г., - наступательная 05.12.41-20.04.42г. Подвиг героев Панфиловцев Бои на кавказском направлении Спортсмены: - Капчинский Анатолий Константинович (конькобежец) - Чукарин Виктор Иванович (гимнаст) - Летуев Юрий Николаевич (легкоатлет) - Островерхов Виталий Андреевич(боксер)
Д - Е	Героическая оборона Сталинграда (17.07. – 18.11.42г.) Ржевско-Вяземская операция (08.01. – 20.04.42г.) Ржевско-Сычевская операция (I – 23.04.1942г.; II – «Марс» - 25.11-20.12.42г.) Спортсмены: - Булочкин Георгий Иванович (разносторонний спортсмен: лыжи, футбол, легкая атлетика) - Петрова Нина Павловна (стрелковый спорт) - Авакян Аркадий Абардович (штангист) - Чумакова (Мальшева) Роза Степановна (академические лодки)
2. Великая отечественная война. Второй период (19 ноября 1942 г. — конец 1943 г)	
Ж – З	Контрнаступление под Сталинградом (19.11.42г.). Окружение немецко-фашистской группировки Паулюса Ф. Освобождение Северного Кавказа. Спортсмены: - Королев Николай Федорович (боксер) - Гвоздева Галина Иннокентьевна (конный спорт) - Кременский Дмитрий Иванович (боксер)

	- Ермолаев Григорий Павлович (легкоатлет)
И – К	Прорыв блокады Ленинграда. Курская битва (июль-август 1943г.) Спортсмены: - Мешков Леонид Карпович (пловец) - Попович Марина Лаврентьевна (авиационный спорт) - Алексеев Виктор Ильич (легкоатлет) - Бучин Александр Николаевич (мотогонки)
Л - М	Битва под Прохоровкой. Битва за Днепр (август-декабрь 1943г.). Спортсмены: - Ефремов Василий Сергеевич (тяжелая атлетика) - Преображенский Сергей Андреевич (бокс, вольная борьба) - Воробьев Аркадий Никитич (тяжелая атлетика) - Нырков Юрий Александрович (футбол)
2. Великая отечественная война. Третий период (начало 1944 г. — 9 мая 1945 г)	
Н - О	Битва за Правобережную Украину. Белорусская операция. Прибалтийская операция Операция по освобождению Крыма. Спортсмены: - Митропольский Леонид Александрович (легкая атлетика) - Белаковский Олег Маркович (спортивный врач) - Панин-Коломенкин Николай Александрович (фигурное катание) - Штейн Николай Владимирович (бокс)
П - Р	Будапештская операция. Висло-Одерская операция. Восточно-Прусская операция. Пражская операция. Битва за Берлин. Подписание акта о безоговорочной капитуляции. Спортсмен: - Галушкин Борис Лаврентьевич (бокс). - Челядинов Дмитрий Алексеевич (тренер) - Троицкий Максим Александрович (академическая гребля) - Балазовский Михаил Романович (волейбол)
С - Т	Партизанское движение. Война на море. Война в воздухе. Спортсмен: - Серафим и Георгий Знаменские (легкая атлетика) - Алексеев Евгений Васильевич (волейбол) - Шеронин Евгений Николаевич (бокс) - Жмельков Владислав Николаевич (футбол)
У - Ф	Боевые действия в Заполярье. Бои на Карельском перешейке. Спортсмены: - Кулакова Любовь Алексеевна (лыжные гонки) - Трусевич Николай Александрович (футбол) - Пункини Яков Григорьевич (борьба классическая) - Мягков Андрей Владимирович (лыжи)
Х, Ч, Ц, Ш, Щ	«Нормандия Неман».

	<p>Конвой PQ. Третий фронт. Союзники. Ялтинская конференция. Нюрнбергский процесс. Спортсмены: - Шагинян Грант Амазаспович (гимнаст) - Афанасьева (Смирнова) Анна Титовна (волейбол) - Мамедов Ахмед Оглы (штангист) - Дурейко Игорь Васильевич (плавание)</p>
Э, Ю, Я	<p>Маршалы ВОВ. - Георгий Константинович Жуков. - Александр Михайлович Василевский. - Иван Степанович Конев. - Леонид Александрович Говоров. - Константин Константинович Рокоссовский. - Родион Яковлевич Малиновский. - Федор Иванович Толбухин. - Кирилл Афанасьевич Мерецков. - Иосиф Виссарионович Сталин. - Лаврентий Павлович Берия. Спортсмены: - Абалаков Виталий Михайлович (альпинизм) - Донской Александр (штангист) - Душман Давид Александрович (фехтовальщик) - Миронов Михаил Яковлевич (снайпер)</p>

4 семестр

Раздел 4. ТИР. Практическая работа «История спорта»

1. Фамилия на «А»: Возникновение и первоначальное развитие физической культуры и спорта (ФКиС) в первобытном обществе:

- Происхождение физических упражнений и игр;
- Игры и физические упражнения в родовом обществе.

2. Фамилия на «Б»: ФКиС в государствах древнего мира:

- Древний Восток;
- Древняя Греция;
- Олимпийские праздники и другие гимнастические агоны;
- Древний Рим.

3. Фамилия на «В»: ФКиС в средние века:

- Европа;
- Азия, Африка, Америка;
- Возвращение забытых олимпийских традиций.

4. Фамилия на «Г»: ФКиС в новое время:

- Становление и развитие научно-педагогических основ физического воспитания и спорта;
- Гимнастические системы;
- Физическое воспитание и спорт в колониальных и зависимых странах;
- Любительский и профессиональный спорт;
- Физическое воспитание и спорт накануне и в годы первой мировой войны.

5. Фамилия на «Д»: ФКиС с начала 20-х годов до окончания второй мировой войны:

- Германия, Италия, Япония;
- США, Франция, Великобритания, Скандинавские и другие страны;
- Развитие рабочего спорта в странах мира;
- Борьба спортсменов против фашизма в годы второй мировой войны.

6. Фамилия на «Е - Ё»: ФКиС после второй мировой войны:

- Развитые страны Запада:
 - а) физическое воспитание и спорт в учебных заведениях;
 - б) самодеятельное спортивно-гимнастическое движение;
- Развивающиеся страны;
- Бывшие социалистические страны (конец 40-х – конец 80-х гг.);
- Страны мира в конце XX века.

Физическая культура и спорт в России

7. Фамилия на «Ж-З»: ФКиС нашей страны с древнейших времен до XVIII века:

- Физические упражнения и игры до образования древнерусского государства (до IX в. Н.э.);
- Физическая культура в Российском государстве (IX-XVII вв.);
- Вопросы физического воспитания в медицинской и педагогической литературе эпохи Средневековья.

8. Фамилия на «И-Й»: ФКиС в Российской империи с XVIII в. До второй половины XIX в.:

- Введение физического воспитания в учебных заведениях;
- Военно-физическая подготовка в русской армии;
- Физическое воспитание и спорт в быту народов Российской империи;
- Спорт и игры в быту дворянства;
- Развитие педагогической и естественнонаучной мысли в области физического воспитания.

9. Фамилия на «К»: Развитие ФКиС во второй половине XIX века:

- развитие идейно-теоретических и научных основ системы физического воспитания и спорта;
- Учение П.Ф. Лесгафта о физическом образовании и его педагогическая деятельность;
- Физическая подготовка в учебных заведениях и в армии;
- Создание спортивных клубов и развитие спорта;
- Вступление России в олимпийское движение.

10. Фамилия на «Л»: ФКиС в начале XX века:

- Общественное движение и русский спорт;
- Физическое воспитание и спорт в учебных заведениях;
- Развитие теории и методики физического воспитания и спорта;
- Развитие спорта и участие русских спортсменов в международных соревнованиях;
- Первые олимпийские старты русских спортсменов. Последователи Бутовского А.Д.;
- Всероссийские олимпиады;
- Русский спорт в годы первой мировой войны;

11. Фамилия на «М»: ФКиС в России в период от революций 1917 г. До начала 20-х гг.

- Состояние спортивно-гимнастического движения в период от февраля до октября 1917 г.;
- Всеобщий спорт;

- Преобразования в области физического воспитания в школах;
- Первые успехи советского физкультурного движения;
- Выход из олимпийского движения;

12. Фамилия на «Н»: Развитие ФКиС в 20-е годы

- Переход на новые формы и методы организации физического воспитания и руководства физкультурным движением;
- От кружков физкультуры – к спортивным секциям;
- Трудное начало международных спортивных связей.

13. Фамилия на «О»: Развитие ФКиС в 30-е годы

- основные тенденции развития;
- Усиление политизации и военизации;
- Физическое воспитание и спорт среди учащейся молодежи;
- Становление и развитие советской школы спорта;
- Развитие международных спортивных связей.

14. Фамилия на «П»: ФКиС в годы Великой отечественной войны

- Военно-физическая подготовка населения страны в годы войны;
- Советские спортсмены на фронтах войны;
- Физкультурная работа в тылу страны.

15. Фамилия на «Р»: Развитие ФКиС со второй половины 40-х гг. до распада СССР

- Восстановление и дальнейшее развитие физкультурного движения;
- Спартакиады народов СССР;
- Развитие науки о физическом воспитании и спорте;
- Физическое воспитание и спорт в учебных заведениях.

16. Фамилия на «С-Т»: Международные связи советских спортсменов с середины 40-х до конца 80-х гг.

- Выход на мировую спортивную арену;
- Возвращение в олимпийское сообщество;
- Советские спортсмены на олимпийских играх;
- Рост авторитета отечественного спорта на чемпионатах мира, Европы и других соревнованиях.

17. Фамилия на «У-Ф»: ФКиС в России после распада СССР

- Создание Олимпийского комитета России;
- Развитие физкультурно-спортивных общественных организаций;
- Развитие спортивной науки;
- Спорт, соревнования, спартакиады;
- Развитие спорта инвалидов;
- Профессионализация спорта.

18. Фамилия на «Х-Ц»: Российский спорт в международном спортивном и олимпийском движении

- Расширение международных спортивных связей;
- Спортсмены России на Играх Олимпиад и Зимних олимпийских играх;
- Подготовка к играм (указывается очередность игр, город и страна проведения и порядковый номер);

19. Фамилия на «Ч-Ш»: Возникновение и первоначальное развитие Международного спортивного и олимпийского движения:

- Первый Международный атлетический конгресс;
- От олимпийской идеи – к практике олимпийского движения;

20. Фамилия на «Щ-Э»: Международное спортивное и олимпийское движение в первой половине XX века:

- Расширение международного спортивного движения;
- Игры Олимпиад и Зимние Олимпийские игры;
- МОК и его президенты. Олимпийские конгрессы.

21. Фамилия на «Ю-Я»: Международное спортивное и олимпийское движение во второй половине XX века:

- Олимпизм, МОК и его президенты во второй половине XX в.;
- Игры олимпиад (летние);
- Зимние Олимпийские игры;
- Продолжение олимпийских традиций (Паралимпийские игры);
- Олимпийские конгрессы и проблемы современного олимпийского движения.

Задание:

Согласно выбранной теме, описываем поэтапно все события, представленные в задании, уделяем внимание ключевым моментам тематики. Фотографии, графики, схемы, для иллюстративности события – обязательны.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Раздел 1. Примеры вопросов к тестовому тематическому заданию № 1. Тестовое тематическое задание содержит 20 вопросов, по 0,5 баллов за вопрос

1.1.

1. Возникновение и первоначальное развитие физической культуры и спорта (ФКиС) в первобытном обществе:
2. ФКиС в государствах древнего мира:
3. ФКиС в средние века:
4. ФКиС в новое время:
5. ФКиС с начала 20-х годов до окончания второй мировой войны:
6. ФКиС после второй мировой войны:
7. ФКиС нашей страны с древнейших времен до XVIII века:
8. ФКиС в Российской империи с XVIII в. До второй половины XIX в.:
9. Развитие ФКиС во второй половине XIX века:
10. ФКиС в начале XX века:
11. ФКиС в России в период от революций 1917 г. До начала 20-х гг.
12. Развитие ФКиС в 20-е годы
13. Развитие ФКиС в 30-е годы
14. ФКиС в годы Великой отечественной войны
15. Задачи развития спортивного движения в годы Великой отечественной войны 1941 – 1945 гг.
16. Развитие ФКиС со второй половины 40-х гг. до распада СССР
17. Международные связи советских спортсменов с середины 40-х до конца 80-х гг.
18. ФКиС в России после распада СССР
19. Российский спорт в международном спортивном движении
20. Российский спорт в олимпийском движении

21. Возникновение и первоначальное развитие Международного спортивного и олимпийского движения в Российской империи
22. Международное спортивное и олимпийское движение в первой половине XX века:
23. Международное спортивное и олимпийское движение во второй половине XX века:
24. Паралимпийское движение. Истоки. Зарождение.
25. Первые соревнования. Людвиг Гутман.
26. Россия в паралимпийском движении. Паралимпийский комитет России.
27. Выдающиеся спортсмены паралимпийцы
28. Символы паралимпийского движения.
29. Дефлимпийский игры. История возникновения
30. Символы дефлимпийского движения.
31. Особенности спорта для спортсменов-дефлимпийцев
32. Спортсмены – дефлимпийцы. Требования.
33. Российские спортсмены – дефлимпийцы
34. Особенности дефлимпийского движения.
35. Российский дефлимпийский комитет
36. Специальные олимпиады. История возникновения.
37. Символы специальной олимпиады.
38. Россия в движении Специальных олимпиад.
39. Системы и правила судейства на специальных олимпиадах.
40. Программа «Здоровые олимпийцы».

1.2.

1. Дата начала ВОВ?
2. Сколько спортивных обществ существовало в довоенные годы?
3. Что такое спортивное движение «Тысячники» в первые годы войны 1941-1945 гг
4. Чем отличились М. Миронов, И. Вежливцев, Л. Павличенко?
5. Каким спортом занимался В. Абалаков?
6. В чем проявилась «изобретательная жилка» В. Абалакова?
7. Назовите футбольные матчи, вошедшие в историю ВОВ?
8. Какой матч назван матчем смерти?
9. Основная задача Лечебной физической культуры в годы ВОВ?
10. Что такое ОМСБОН (расшифруйте). Основные цели и задачи.
11. Где проходило формирование войск особого назначения?
12. Дата начала формирования особой группы войск НКВД
13. Первый организатор и руководитель особой группы войск
14. Основная деятельность ОМСБОН с 20 октября 1941г., когда Москва была объявлена на осадном положении
15. Сколько ОМСБОНОВцев удостоены звания Героя Советского Союза
16. Достижение Гранта Шагиняня? Укажите вид спорта.
17. Расскажите о подвиге Николая Королева?
18. Укажите вид спорта, каким занимался Николай Королев и его основные довоенные и послевоенные достижения.
19. Когда стартовал первый послевоенный чемпионат страны по футболу?
20. Подвиг Петра Голубева
21. Подвиг Галины Кулаковой
22. Подвиг Людмилы Павличенко
23. Расскажите о «Матче смерти».
24. Расскажите о футбольном матче в осажденном Ленинграде.
25. Расскажите о Сталинградском футбольном матче 1943 года, в чем его особенность.
26. Расскажите о первых послевоенных спортивных соревнованиях.
27. Подвиг братьев Знаменских.

28. Назовите наиболее востребованные «виды спорта» в первые дни войны.
29. Какие Вы знаете произведения о спортсменах в военное время
30. Произведения о спорте после войны (художественные фильмы, книги, песни)
31. Спорт в осажденном Ленинграде.
33. Спорт за колючей проволокой.
34. Особенность спортивного общества «Трудовые резервы»
35. Расскажите о спортсменах-альпинистах (военные действия на кавказском направлении)
36. Детские спортивные секции в годы ВОВ 1941 – 1945 гг.
37. Спорт и авиация. Назовите известных летчиков-спортсменов
38. Спортивные традиции МХТИ (спортивные встречи со спортсменами-ветеранами ВОВ 1941 – 1945 гг.)
39. Сотрудники и студенты МХТИ – участники ВОВ 1941 – 1945 гг.
40. Мои родные в годы ВОВ 1941 – 1945 гг.

Раздел 2. Примеры вопросов к тестовому тематическому заданию № 2. Тестовое тематическое задание содержит 20 вопросов, по 0,5 баллов за вопрос

2.1.

1. Как определил понятие здоровье Николай Амосов?
2. Где именно должны закладываться знания по физической культуре?
3. Как называется дефицит двигательной активности?
4. К чему приводит дефицит двигательной активности, поразивший наше общество, в том числе и молодежь?
5. Снижение двигательной активности приводит к...
6. Что можно отнести к Профилактике старения?
7. Что является главным принципом физического воспитания?
8. Что такое врачебный контроль?
9. Каких обследование не бывает во врачебном контроле?
10. Что не входит в педагогический контроль?
11. Что не входит в понятие педагогического контроля?
12. На сколько групп делятся учащиеся при занятии физической культурой, учитывающие особенности здоровья?
13. Определение основной группы здоровья?
14. Определение подготовительной группы
14. Что подразумевает под собой понятие «освобожден»?
15. Снижение физической активности
16. Атрофия мышц приводит к
17. Что такое самоконтроль?
18. Самая наиболее простая/эффективная форма наблюдения за самим собою?
19. Что считается самым массовым и простым способом физической нагрузки?
20. Что нужно делать в первую очередь во избежание неприятностей
21. Определение специальной медицинской группы «А»
22. Определение специальной медицинской группы «Б»
23. Задачи основного отделения
24. Задачи спортивного отделения.
25. Метод контроля – расспрос
26. Метод контроля – ощупывание
27. Основные задачи врачебного контроля
28. Что такое предварительное обследование
29. Что такое расширенное обследование
30. Для чего необходим самоконтроль
31. Лестничная проба

32. Проба с приседаниями
33. Проба с подскоками
34. Исходный уровень тренированности
35. Ортостатическая проба
36. Клиностатическая проба
37. Уровень артериального давления
38. Проба Штанге
39. Дневник самоконтроля 1.: самочувствие, настроение, аппетит, сон, работоспособность, болевые ощущения, пульс, дыхание, ЖЕЛ (жизненная емкость легких), АД (артериальное давление).
40. Дневник самоконтроля 2.: желание заниматься физической культурой и спортом, функциональные пробы, контрольные упражнения (тесты).

2.2.

1. Что не относится к целям гигиены?
2. Что не входит в области изучения гигиены?
3. Что является основной задачей гигиены?
4. Гигиенические мероприятия удовлетворяют запросы?
5. На что не могут быть направлены гигиенические мероприятия?
6. Что не относится к гигиеническим методам?
7. Что происходит в процессе тренировки?
8. Что не входит в обязанности спортивной гигиены?
9. На что не направлено питание?
10. Что такое ассимиляция?
11. Что не входит в характеристики питания?
12. Какие требования к пище неправильные
13. Что такое рациональное питание?
14. Соотношение белков жиров углеводов
15. Может ли быть плохим питанием вызваны нарушения в состоянии здоровья
16. К чему ведет недостаток белков в пище?
17. Какие требования не относятся к правильному распределению пищи
18. Почему нельзя приступать к физической активности вскоре после еды?
19. За какой период времени до тренировки можно употреблять легкие углеводные закуски?
20. Через какое время в организме утилизируется глюкоза, полученная из простых сахаров?
21. Чем чревато избыточное применение витаминов?
22. На сколько повышается потребность воды в организме при увеличении температуры тела на 1 гр?
23. Наиболее частый вид передачи инфекции?
24. Что не характерно для пищевых отравлений?
25. Существует ли специфическая профилактика пищевых токсикоинфекций?
26. Какие виды гигиены известны
27. Что такое «гигиена производства»
28. Что включает в себя понятие «личная гигиена»
29. Что включает в себя понятие «белки», «жиры», «углеводы»
30. Пищевые добавки – витамины.
31. Социально-опасные болезни. Профилактика
32. Заболевания, передающиеся половым путем (ИППП)
33. Туберкулез. Виды и формы. Профилактика
34. Гепатиты. Виды и формы. Система профилактики
35. ВИЧ.
36. Злокачественные образования

37. Диабет
38. Психические расстройства и расстройства поведения
39. Болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением
40. Законодательство РФ: Российской Федерации. «О порядке выезда из Российской Федерации и въезда в Российскую Федерацию» «О правовом положении иностранных граждан в РФ» (в разрезе социально-опасных болезней).

Раздел 3. Примеры вопросов к тестовому тематическому заданию № 3. Тестовое тематическое задание содержит 20 вопросов, по 0,5 баллов за вопрос

3.1.

1. Что такое работоспособность:
2. Чем характеризуется утомление
3. Какие виды утомления бывают?
4. Как вы считаете при переутомлении можно быстро заснуть?
5. За что не «отвечает» вегетативная система организма?
6. Что такое релаксация?
7. Чего нельзя добиться релаксацией?
8. Дайте правильное определение термину – рекреация:
9. Как вы считаете бывает ли стресс «положительным»?
10. Сколько групп разделяют по степени тяжести труда:
11. Сколько возрастных категорий выделяют на сегодняшний день у взрослых людей (расчете на среднесуточное потребление энергии)?
12. К какой категории в соответствии с классификацией трудоспособного населения по величине энергозатрат в сутки относятся студенты?
13. Оптимальные соотношения белков\жиров\углеводов для среднестатистического человека
14. Каких жиров должно быть больше в нормальном рационе питания в среднем?
15. Каких углеводов должно быть больше при нормальном рационе питания, а не для наращивания жировой массы?
16. Что такое личная гигиена?
17. Что не включает в себя понятие гигиена?
18. Какой стереотип деятельности помогает адаптации организма во внешней среде?
19. Какая основная функция кожи нарушается при несоблюдении правил личной гигиены в первую очередь?
20. Что такое рациональный образ жизни:
21. Основная функция одежды?
22. Для чего нужен режим?
23. Напишите какие микроэлементы Вы знаете, необходимые в рационе питания?
24. К чему может привести недостаток микроэлементов?
25. Определение утомления?
26. Опасно ли длительное утомление для здоровья человека?
27. Что не относится к внешним признакам утомления?
28. К каким признакам относятся появление болевых ощущений в мышцах
29. Как субъективно может ощущаться утомление
30. Какой признак не верен в характеристике утомления?
31. Какой термин из классификации утомления лишний?
32. Что из нижеперечисленного нельзя отнести к проявлению утомления:
33. Что происходит с активностью ферментативной системы организма на фоне оmlения:
34. Гликолиз – это
35. Что происходит с дыханием при утомлении?
36. Закаливание это:

37. Изменения цвета кожи, повышенное потоотделение и нарушение координации движений – это
38. Основной поставщик энергии
39. В основные задачи гигиены физической культуры и спорта не входит
40. Гигиена рабочего места – что подразумевается.

3.2.

1. Лекарственные препараты, которые применяются спортсменами для искусственного, принудительного повышения работоспособности в период учебно-тренировочного процесса и соревновательной деятельности – это (дописать Допинг)
2. Что относится к допингам:
3. Установите соответствие.

1) Циклические виды спорта	А) прыжки в воду
2) Скоростно-силовые	Б) плавание
3) Сложнокоординационные виды	В) бег на 500м
4. Из скольких этапов состоит процедура допинг-контроля:
5. Какие санкции грозят спортсмену, уличенным в применении допинга:
6. В каком году впервые вступил в силу антидопинговый кодекс:
7. Согласно Всемирного антидопингового кодекса, выделяют такие нарушения антидопинговых правил, такие как:
8. С какими причинами связана проблема допинга в спорте:
9. С какого времени началось использование допинга:
10. Кем изначально был использован допинг:
11. Кто стал первым пойманным нарушителем:
12. В каком году была создана комиссия экспертов для борьбы с допингом:
13. К каким видам допинга относятся стимуляторы:
14. Химический агент, вызывающий ступор, кому или нечувствительность к боли – Наркотик
15. Установите соответствие:

1) Употребление наркотиков	А) задержка соц. развития
2) Употребление допинга	Б) укрепление инфантильного отнош. к себе
	В) активизация работы и роста
	Г) повышение работоспособности
16. ПАВ это:
17. Установите соответствие:

1) Опиоиды	А) план
2) Каннабоиды	Б) анаша
	В) кодеин
	Г) мак
18. Тропикомид это:
19. К диуретикам не относятся:
20. С какими причинами связана проблема допинга в спорте:
21. Препятствуют совладанию с проблемами употребления психоактивных веществ.
22. Способствуют совладанию с проблемами употребления психоактивных веществ
23. Ориентация на поиск удовольствия и импульсивность:
24. Противостояние социальному давлению и эмпатия:
25. У спортсменов менее ярко выражены:
26. У спортсменов ярко выражены:
27. Где впервые начали использовать допинг в медикаментозной и инъекционной форме?
28. В каком году были впервые введены тесты на допинг?
29. В настоящее время к допинговым средствам относят препараты скольких групп:
30. Что можно согласно медицинскому определению, назвать стимуляторами?
31. Что такое наркотик?

32. Алкоголь и табак — не считаются наркотиками с точки зрения каких понятий?
33. К чему не приводит употребление наркотиков?
34. Что нельзя отнести к последствиям применения анаболических стероидов?
35. У спортсменов ярко выражены:
36. К моделям профилактики табакокурения, алкоголизма, наркомании не относится:
37. Почему диуретики отнесены к допинговым средствам?
38. Современная концепция в области борьбы с допингом в спорте высших достижений приведена где?
39. Что по проверкам ВАДА оказалось честными видами спорта
40. Что происходит если употреблять тоники в сочетании с другими алкогольными и безалкогольными напитками:

Раздел 4. Примеры вопросов к тестовому тематическому заданию № 4. Тестовое тематическое задание содержит 20 вопросов, по 0,5 баллов за вопрос

4.1.

1. Спорт – это...
2. Массовый спорт –
3. Спорт высших достижений –
4. Что такое Единая всероссийская спортивная классификация?
5. Спортивный разряд?
6. Спортивное звание?
7. Разрядные нормы?
8. Разрядные требования?
9. РССС. МССИ
10. Юношеские олимпиады
11. Студенческие универсиады
12. Московские универсиады
13. Физическая культура используется в целях:
14. Элементы физического воспитания возникли в:
15. Оценка морфофункциональных данных проводится на основе:
16. Съезд по физической культуре в 1919 г проведен по инициативе
17. Задачи физического воспитания
18. Средства физического воспитания позволяют предупредить
19. Морфофункциональное развитие организма предполагает
20. В каком году был основан Институт физической культуры
21. Средства физического воспитания
22. Методы физического воспитания
23. Первенства, Кубки, Турниры.
24. Общедоступные методы физического воспитания
25. Специфические методы физического воспитания
26. Туризм – как средство физического воспитания.
27. Игры: подвижные и спортивные.
28. Физические упражнения.
29. Значение физических упражнений.
30. Игра «Зарница»
31. Российский олимпийский комитет
32. Паралимпийский комитет России
33. Волонтеры России
34. Олимпийская хартия. Для чего необходима. Основные разделы.
35. Оздоровительно-рекреативное направление ФКиС
36. Оздоровительное направление ФКиС
37. Реабилитационное направление ФКиС

38. Спортивно-реабилитационное направление ФКиС

39. Гигиеническое направление ФКиС

40. Лечебная физическая культура

4.2.

1. Спорт высших достижений. Укажите цели.

2. Оздоровительно-прикладная физическая культура. Цели.

3. Лечебная физическая культура. Цели.

4. В зависимости от среды проведения занятий различают фитнес:

5. Закономерности, на которых базируется ОТ.

6. Основные принципы ОТ.

7. Назовите причины возросшей популярности ОТ. (причины бума ОТ).

8. Назовите отрицательные последствия ОТ.

9. «Здоровая тренированность».

10. Популярность бега. Причины.

11. Феномен сверхнагрузки. Что это такое. Студент должен сам написать определение.

12. Тренировки на выносливость приводят к:

13. Тренировка на силу приводит к:

14. При занятиях оздоровительным бегом:

15. Программно-целевой принцип (расставьте в порядке применения)

16. Что позволяет контролировать регистратор пульса.

17. Положительные факторы персональной тренировки.

18. Принцип половых отличий.

19. Возрастные изменения в организме (расставьте ниже буквы):

20. Что означает термин общий фитнес?

21. Каковы цели оздоровительной физической культуры

22. Используется ли в оздоровительной тренировке принцип сверхнагрузки

23. Укажите оптимальную длительность занятий оздоровительной физической культурой

24. Укажите правильную формулу для определения рабочей ЧСС (ЧССр)

25. Укажите зону (в %) функционального резерва при выполнении упражнений

26. Возможно ли заниматься фитнесом в случаях:

27. Какова оптимальная частота занятий фитнесом в неделю

28. Назовите наиболее популярные методы развития гибкости в фитнес-программах

29. Укажите три этапа силовой тренировки. (студент должен сам написать три этапа)

30. Производственная гимнастика.

31. Принцип оздоровительной направленности

32. Система Купера (контролируемые беговые нагрузки)

33. Система Амосова (режим 1000 движений)

34. Система Михао Икай (10 000 шагов каждый день)

35. Система Лидьярда (бег ради жизни)

36. Система Пинкней Каллане (программа из 30 упражнений для женщин с акцентом на растяжение)

37. Содержательные основы оздоровительной физической культуры

38. Основы построения оздоровительной тренировки

39. Производственная физическая культура и спорт

40. Гигиена рабочего места бакалавра /специалиста

8.3. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Итоговый контроль не предусмотрен

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Головина, В. А. Учебная и внеучебная физкультурно-оздоровительная и спортивно-массовая работа / В. А. Головина, Т. Н. Акулова, И. В. Иванов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. – 40 с.
2. Акулова, Т. Н. Физическая культура и спорт. История ФКиС: учеб. пособие / Т. Н. Акулова. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2020. – 96 с.
3. Плаксина, Н. В. Психолого-педагогические и медико-биологические основы в структуре дисциплины «Физическая культура и спорт»: учеб. пособие / Н. В. Плаксина, Т. Н. Акулова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020. – 124 с.

Б. Дополнительная литература

1. Холодов, Ж. К. Теория и методика физического воспитания и спорта / Ж. К. Холодов, В. С. Кузнецов. – М.: Академия, 2018. – 496 с.
2. Олимпийский учебник студента: учебное пособие для олимпийского образования в высших учебных заведениях / В.С. Родиченко и др.; Олимпийский комитет России. – 9-е изд., перераб. и доп. – М.: Советский спорт, 2011. – 136 с. ил.

Электронный учебник в свободном доступе

1. Физическая культура студента: Учебник / Под ред. В.И. Ильинича. М.: Гардарики, 2000. – 448 с.// http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/1309/1/physical_culture.pdf

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению самостоятельных работ.
- Видео-консультации в условиях реализации дисциплины с ЭО и ДОТ.

Научные и публицистические журналы:

- Человек. Спорт. Медицина. ISSN 2500-0195,
- Адаптивная физическая культура. ISSN 1998-149X,
- Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. ISSN
- Теория и практика физической культуры (англ). ISSN 2409-4234
- Теория и практика физической культуры (рус). ISSN 0040-3601
- Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. ISSN 2305-8404
- Культура физическая и здоровье. ISSN 1999-3455
- «Большой спорт» – журнал Алексея Немова. ISSN 1817–2547
- «Физическая культура, спорт – наука и практика». ISSN 1817-4779.

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

- Федеральный закон Российской Федерации от 04.12.2007 № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102118584> (дата обращения 10.05.2022)

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

<http://studsport.ru>

Общероссийская общественная организация «Российский студенческий спортивный союз». Портал посвящен студенческому спорту как в Российской Федерации, так и в каждом конкретном регионе страны.

<https://mrsss.ru/>

Московское региональное отделение Общероссийской общественной организации «Российский студенческий спортивный союз». Портал посвящен студенческому спорту в Москве (вузы Москвы)

<https://vk.com/kafedrasportarxty>

Кафедра спорта РХТУ им. Д.И. Менделеева в контакте.

Страница создана с целью просвещения и популяризации спорта в Российском химико-технологическом университете, а также является навигатором в учебной деятельности по дисциплинам «Физическая культура и спорт» и «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту».

<http://o-gto.ru/normy-gto-tablitsa-normativov/>

Портал является проводником по Всероссийскому физкультурно-спортивному комплексу «Готов к труду и обороне» (нормы ГТО, таблицы нормативов, техника выполнения, соревнования ГТО).

<https://www.minsport.gov.ru/sport/high-sport/skrytaya-edin-vseros/31598/>

Отдельный раздел на сайте Министерства спорта Российской Федерации, посвящен нормативному документу – Единая Всероссийская спортивная классификация 2018 – 2022 гг. (о всех видах спорта, правилах получения и присвоения разрядов и званий)

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 4 (общее число слайдов - 80);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 40);
- банк тестовых заданий для тематического контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 40).

Для теоретического раздела:

- лекционная учебная аудитория, оборудованная переносными электронными средствами демонстрации (компьютер/ноутбук со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью;

Для практического раздела:

- спортивный зал, для проведения занятий: МПЗ, ППФП, ОФП.
- шведские стенки;
- скамейки гимнастические;
- мячи набивные;
- скакалки, гимнастические палки, обручи;
- резина спортивная;
- «колпачки» сигнальные;
- рулетки, секундомеры, измерительные линейки большие;
- коврики туристические, маты;
- зеркальная стенка

10. 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 01.01.2022 г. составляет 1 716 243 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.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Физическая культура и спорт»* проводятся в форме лекций и практических занятий.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

- для теоретического подраздела:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная переносными электронными средствами демонстрации (компьютер/ноутбук со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью;

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

- для практического подраздела:

Спортивные залы различной направленности, оборудованные необходимым спортивным инвентарем:

- шведские стенки;
- скамейки гимнастические;
- мячи набивные;
- скакалки, гимнастические палки, обручи;
- резина спортивная;
- «колпачки» сигнальные;
- коврики туристические, маты;
- зеркальная стенка;
- фитболы и т.д.

Раздевалки студенческие (раздельно для мужчин и женщин), оборудованные шкафчиками для сменной одежды, скамейками для переодевания, дополнительными вешалками для одежды, душевыми кабинами, туалетными комнатами; розетками для подключения электрических приборов – фенов.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса; комплекты плакатов к подразделам специальных курсов по избранному виду спорта.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по правильности выполнения норм ВФСК ГТО в тестовом режиме; по избранному виду спорта; кафедральные библиотеки электронных изданий.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 Контракт № не определен, проводится закупочная процедура	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 10. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	бессрочно
2	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none">• Word• Excel• Power Point• Outlook• OneNote• Access• Publisher• InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 Контракт № не определен, проводится закупочная процедура	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО), количество лицензий равно числу обучающихся	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 Контракт № не определен, проводится		12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на

		закупочная процедура		обновлённую версию продукта)
--	--	----------------------	--	------------------------------

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. 1.1. Предмет «Физическая культура и спорт». Задачи и место дисциплины в подготовке специалиста. Организация учебного процесса в рамках рейтинговой системы. Требования к зачету. Нормативно-правовая база дисциплины «Физическая культура и спорт»</p>	<p><i>Знает:</i> - научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни; - способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности; - правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности;</p> <p><i>Умеет:</i> - самостоятельно заниматься физической культурой и спортом; - осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности;</p> <p><i>Владеет:</i> - средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования</p>	<p>Баллы за письменное тестирование; выполнение тематического задания, лекцию</p>
<p>1.2. История физической культуры и спорта.</p>	<p><i>Знает:</i> - историю физической культуры и спорта, имеет представление о значимых спортивных событиях не только своей страны, но и мирового уровня; важнейшие достижения в области спорта; - спортивные традиции РХТУ им. Д.И. Менделеева, помнит о подвигах спортсменов в годы Великой отечественной войны 1941-1945 гг.</p> <p><i>Умеет:</i> - самостоятельно заниматься физической культурой и спортом;</p> <p><i>Владеет:</i> - должным уровнем физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной</p>	<p>Баллы за письменное тестирование, лекцию Баллы за тематическо-исследовательскую работу</p>

	деятельности	
<p>Раздел 2. 2.1. Врачебный контроль и врачебное освидетельствование. Профилактика спортивного травматизма.</p>	<p><i>Знает:</i> - влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику заболеваний и вредных привычек, - способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности; <i>Умеет:</i> - самостоятельно заниматься физической культурой и спортом; - осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности; <i>Владеет:</i> - средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования</p>	<p>Баллы за письменное тестирование; выполнение тематического задания, лекцию</p>
<p>2.2. Образ жизни и его отражение в профессиональной деятельности Здоровье человека как ценность. Основные требования к организации здорового образа жизни.</p>	<p><i>Знает:</i> - научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни; - влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний и вредных привычек; - способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности; <i>Умеет:</i> - осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности; - поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности; <i>Владеет:</i> - средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования</p>	<p>Баллы за письменное тестирование Баллы за тематическо-исследовательскую работу</p> <p>Все баллы должны быть набраны в семестре</p>
<p>Раздел 3. 3.1. Гигиеническое обеспечение</p>	<p><i>Знает:</i> - научно-практические основы</p>	<p>Баллы за письменное</p>

<p>занятий физической культурой и спортом Гигиена физического воспитания и спорта.</p>	<p>физической культуры и спорта и здорового образа жизни; - влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний и вредных привычек; - правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности <i>Умеет:</i> - осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности; <i>Владеет:</i> - средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования</p>	<p>тестирование; Лекцию, выполнение тематического задания.</p>
<p>3.2. Общая физическая и спортивная подготовка студентов в образовательном процессе Методические принципы физического воспитания. Общая физическая подготовка, её цели и задачи. Специальная физическая подготовка, её цели и задачи. Спортивная подготовка. Массовый спорт и спорт высших достижений, их цели и задачи.</p>	<p><i>Знает:</i> - влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний и вредных привычек; - способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности; - правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности; <i>Умеет:</i> - самостоятельно заниматься физической культурой и спортом; - подбирать индивидуальные комплексы по оздоровительной и физической культуре, по различным видам спорта; <i>Владеет:</i> - должным уровнем физической подготовленности, для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</p>	<p>Баллы за письменное тестирование Баллы за тематическо-исследовательскую работу</p>
<p>Раздел 4. 4.1. Биологические основы физической культуры и спорта Организм человека как единая саморазвивающаяся</p>	<p><i>Знает:</i> - влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных</p>	<p>Баллы за письменное тестирование; Лекцию, выполнение</p>

<p>биологическая система. Двигательная активность и ее влияние на устойчивость, и адаптационные возможности человека к умственным и физическим нагрузкам при различных воздействиях внешней среды. Утомление при физической и умственной работе. Значение мышечной релаксации (расслабления). Восстановление</p>	<p>заболеваний и вредных привычек; - способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности; <i>Умеет:</i> - осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности; - подбирать индивидуальные комплексы по оздоровительной и физической культуре, по различным видам спорта; <i>Владеет:</i> - средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования</p>	<p>тематического задания.</p>
<p>4.2. Физическая культура и спорт в профессиональной деятельности бакалавра и специалиста Место ППФП в системе подготовки будущего специалиста. Факторы, определяющие конкретное содержание ППФП. Методика подбора средств ППФП, организация и формы её проведения. Контроль за эффективностью ППФП студентов. Производственная физическая культура. Профилактика профессиональных заболеваний средствами физической культуры.</p>	<p><i>Знает:</i> - научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни; - способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности; - правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности; <i>Умеет:</i> - самостоятельно заниматься физической культурой и спортом; - подбирать индивидуальные комплексы по оздоровительной и физической культуре, по различным видам спорта; <i>Владеет:</i> - должным уровнем физической подготовленности, для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</p>	<p>Баллы за письменное тестирование Баллы за тематическо-исследовательскую работу Все баллы должны быть набраны в семестре</p>

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

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется по отдельно разработанной программе *«Адаптивная Физическая культура и спорт»* 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;

– 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
«ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ»
основной образовательной программы
18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий
код и наименование направления подготовки (специальности)

« _____ »
наименование ООП

Форма обучения: очная

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

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

« 25 » мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Элективные дисциплины по физической культуре и спорту

**Специальность 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий**

(Код и наименование направления подготовки)

**Специализация № 2 – «Химическая технология полимерных композиций,
порохов и твердых ракетных топлив»**

(Наименование профиля подготовки)

Квалификация «Инженер»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО

на заседании Методической комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

« 25 » мая 2022 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

(Подпись)

(И.О. Фамилия)

Москва 2022

Программа составлена:

доцентом кафедры физического воспитания Т.Н. Акуловой

доцентом кафедры физического воспитания О.В. Носик

к.п.н., профессором кафедры физического воспитания С.И. Сучковым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физического воспитания
«12» _мая 2022 г., протокол № 13

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – **специалитет по специальности 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий** (ФГОС ВО), рекомендациями методической комиссии, и накопленным опытом преподавания дисциплины **кафедрой физического воспитания** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение четырех семестров.

Дисциплина «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту» относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую подготовку в области физической культуры и спорта.

Цель дисциплины – формирование физической культуры личности и способности направленного использования разнообразных средств физической культуры и спорта, туризма для сохранения и укрепления здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей профессиональной деятельности, получении навыка в одном из выбранных видов спорта.

Задачи дисциплины – заключаются в развитии следующих знаний, умений и навыков личности для:

- овладения системой практических умений и навыков, обеспечивающих совершенствование психофизических способностей;
- развития способностей использовать разнообразные формы физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления своего здоровья и здоровья своих близких в повседневной жизни и профессиональной деятельности;
- формирования мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, физическому совершенствованию и самовоспитанию, установки на здоровый образ жизни;
- обучения техническим и тактическим приемам одного из видов спорта.
- совершенствования спортивного мастерства студентов – спортсменов.

Дисциплина **«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»** преподается 1–4 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины **«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»** направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	УК-7.1. Знает научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни; влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья; способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности; правила и способы планирования индивидуальных

		<p>занятий различной целевой направленности</p> <p>УК-7.2. Умеет поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</p> <p>УК-7.3. Умеет использовать основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом внешних и внутренних условий реализации профессиональной деятельности</p> <p>УК-7.4. Владеет средствами и методами укрепления здоровья, физического самосовершенствования; должным уровнем физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</p>
--	--	---

В результате изучения дисциплины **студент специалитета должен:**

Знать:

- научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни;
- влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний и вредных привычек;
- способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности;
- правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности;
- спортивные традиции МХТИ-РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Уметь:

- поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;
- использовать основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом внешних и внутренних условий реализации профессиональной деятельности;
- самостоятельно заниматься физической культурой и спортом;
- осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности;
- выполнять индивидуально подобранные комплексы по физической культуре и различным видам спорта;
- осуществлять творческое сотрудничество в коллективных формах занятий физической культурой и спортом;
- выполнять приемы защиты и самообороны, страховки и само страховки.

Владеть:

- средствами и методами укрепления здоровья, физического самосовершенствования;
- должным уровнем физической подготовленности, для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;
- техническими и тактическими навыками в одном из видов спорта;
- использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	В академ. часах	Семестр			
		1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	328	56	92	90	90
Контактная работа – аудиторные занятия	192	32	64	64	32
Практические занятия (ПЗ)	192	32	64	64	32
Самостоятельная работа (СР)	136	24	28	26	58
Контактная самостоятельная работа	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	135,2	23,8	27,8	25,8	57,8
Вид итогового контроля: зачет / экзамен	зачет	зачет	зачет	зачет	зачет

Вид учебной работы	В астр. часах	Семестр			
		I	II	III	IV
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	246	42	69	67,5	67,5
Контактная работа – аудиторные занятия	144	24	48	48	24
Практические занятия (ПЗ)	144	24	48	48	24
Самостоятельная работа (СР)	102	18	21	19,5	43,5
Контактная самостоятельная работа	0,6	0,15	0,15	0,15	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	101,4	17,85	20,85	19,35	43,35
Вид итогового контроля: зачет / экзамен	зачет	зачет	зачет	зачет	зачет

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов		
		Всего	КР Практ. зан.	СР
1.	Раздел 1. Основы построения оздоровительной тренировки	118	48	70
1.1.	Оздоровительная направленность – как важнейший принцип системы физического воспитания	16	12	4
1.2.	Основы построения оздоровительной тренировки	42	12	30

1.3.	Физкультурно-оздоровительные методики и системы	32	12	20
1.4.	Оценка состояния здоровья	28	12	16
2	Раздел 2. Двигательные возможности человека – воспитание физических качеств. ВФСК ГТО	185	140	45
2.1.	Появление и внедрение комплекса ГТО	38	35	3
2.2.	Воспитание физических качеств обучающихся	53	35	18
2.3.	Воспитание гибкости	45	35	10
2.4.	Подвижность двигательного навыка. Взаимосвязь физических качеств	49	35	14
3	Раздел 3. Методика организации и проведения спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий. Этика физической культуры и спорта	29	8	21
3.1.	Характеристика спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий	5	2	3
3.2.	Организация спортивных мероприятий	8	2	6
3.3.	Нравственные отношения в спорте	6	2	4
3.4.	Профилактика нарушений спортивной этики. ВАДА	10	2	8
	ИТОГО	328	196	136

Каждый раздел программы имеет в своей структуре практические занятия.

Практический раздел программы реализуется на учебно-тренировочных занятиях в учебных группах по общей физической подготовке и избранным видам спорта.

Практические (учебно-тренировочные) занятия базируются на широком использовании теоретических знаний и методических умений, на применении разнообразных средств физической культуры и спорта, спортивной и профессионально-прикладной подготовки студентов.

Практические занятия помогают приобрести опыт творческой практической деятельности, развивают самостоятельность в физической культуре и спорте в целях достижения физического совершенства. Повышают уровень функциональных и двигательных способностей, направленно формируют качества и свойства личности.

Практические занятия состоят из специальной физической подготовки и соревновательной подготовки.

Первый курс (первый год обучения)

Основные задачи: определение уровня здоровья и физической подготовленности студентов по тестовой программе, осуществление взаимосвязи в освоении знаний, двигательных умений и навыков с формированием у студентов опыта подбора и практических реализаций собственных оздоровительных или тренировочных программ.

Второй курс (второй год обучения)

Основные задачи: повышение уровня физической подготовленности студентов; оценка динамики тестирования физического состояния здоровья студентов; подбор и освоение индивидуальных тренировочных или оздоровительных программ и практическая их реализация в самостоятельных занятиях. А также: освоение знаний и формирование умений и навыков, акцентированное развитие физических и специальных качеств, к предстоящей профессиональной деятельности; овладение практическими навыками использования тренажерных устройств, приспособлений и оборудования в организации самостоятельных занятий.

Критерием успешности освоения учебного материала является экспертная оценка преподавателя, учитывающая **регулярность посещения обязательных практических занятий**, выполнение установленных на данный семестр контрольных нормативов (тестов) общей физической и спортивно-технической подготовки для отдельных групп различной спортивной направленности.

С целью определения группы здоровья для занятий по дисциплине **«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»** в начале учебного года кафедра физического воспитания контролирует прохождение студентами врачебного контроля, принимая медицинские заключения о группе здоровья для занятий по физической культуре и спорту из городских поликлиник по месту жительства студента, ГП № 219, медицинских центров, имеющих лицензию на право предоставления медицинских услуг.

По результатам медицинского осмотра происходит распределение студентов по учебным отделениям.

В *основное* отделение распределяются студенты, на основании данных врачебного контроля, имеющие основную или подготовительную группу здоровья.

Студенты, получившие специальную медицинскую группу «А» или «Б», распределяются в *специальное медицинское* отделение. Для указанной категории студентов разработана отдельная программа по дисциплине **«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту. Адаптивная физическая культура и спорт»**.

В *спортивное* отделение зачисляются студенты, имеющие спортивные разряды или хорошую физическую подготовку, позволяющую им быть зачисленным в сборные команды университета по различным видам спорта (медицинская группа здоровья – основная или подготовительная).

В каждом отделении происходит освоение практического раздела программы по видам спорта, представленным в университете (индивидуально по каждому виду спорта) и краткая теоретическая подготовка во время проведения занятия.

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы построения оздоровительной тренировки. Теоретико-методические основы физической культуры и спорта.

1.1. Оздоровительная направленность – как важнейший принцип системы физического воспитания. Принцип оздоровительной направленности. Проектирование различных физкультурно-оздоровительных систем. Содержательные основы оздоровительной физической культуры и спорта. Основные направления: оздоровительно-рекреативное, оздоровительно-реабилитационное, спортивно-реабилитационное, гигиеническое.

1.2. Основы построения оздоровительной тренировки. Повышение функционального состояния организма и физической подготовленности. Методические правила: постепенность наращивания интенсивности и длительности нагрузок; разнообразие применяемых средств; системность занятий. Совершенствование адаптационно-регуляторных механизмов. ЧСС. Способы регламентации нагрузки: дозирование по относительным значениям мощности физических нагрузок; дозирование в соответствии с энергетическими затратами.

1.3. Физкультурно-оздоровительные методики и системы. Аэробные физические упражнения (ходьба, медленный бег, плавание, бег на лыжах и т.д.). Четыре основные фазы оздоровительной тренировки (вводная часть – разминка, основная часть – аэробная фаза, силовая нагрузка, заключительная часть – заминка).

1.4. Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся физической культурой и спортом. Исходный уровень тренированности. Функциональные пробы (ЧСС, АД, ЖЕЛ и т.д.).

Раздел 2. Двигательные возможности человека – воспитание физических качеств. ВФСК ГТО.

2.1. Появление и внедрение комплекса ГТО. ВФСК ГТО на современном этапе в высшей школе. Популяризация комплекса ГТО (послы ГТО, форменный стиль, интернет в помощь – регистрация на сайте, идентификационный номер). Выполнение испытаний. Ступени комплекса. Методика организации и проведения видов испытаний ГТО. Информационное обеспечение деятельности по внедрению ВФСК ГТО. Система взаимодействия в сфере физической культуры и спорта.

2.2. Воспитание физических качеств обучающихся (отдельные качественные стороны двигательных возможностей человека).

Воспитание силы (упражнения внешнего отягощения, упражнения с отягощением весом собственного веса, изометрические упражнения, упражнения в сопротивлении).

Воспитание быстроты. Скоростные физические упражнения.

Воспитание выносливости. Утомление. Циклические упражнения. Общая выносливость. Специальная выносливость. Равномерный и переменный методы.

2.3. Воспитание гибкости. Амплитуда движения. Суставы, связки, мышечные волокна, эластичность мышц. Общая и специальная гибкость.

2.4. Воспитание ловкости. Взаимосвязь ловкости с силой, быстротой, выносливостью, гибкостью. Подвижность двигательного навыка. Спортивные игры.

Раздел 3. Методика организации и проведения спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий.

3.1. Характеристика спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий. Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Рекламно-пропагандистские мероприятия. Учебно-тренировочные мероприятия. Классификация спортивных соревнований по целям их проведения (Федеральный закон от 04.12.2007 № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации»). Единая всероссийская спортивная классификация. Чемпионаты. Кубки. Первенства. Военно-прикладные виды спорта. Национальные виды спорта. Единый календарный план физкультурных и спортивных мероприятий).

3.2. Организация спортивных мероприятий. Олимпийская хартия. Федеральные (специальные, национальные) законы спорте. Классификация спортивных соревнований:

- классификационные, контрольные, отборочные, подводящие, показательные;

- командные, лично-командные, личные;

- международные, региональные, национальные, отдельной физкультурно-спортивной организации (вуза);

- очные, заочные.

Функции спортивных соревнований. Принципы проведения соревнований (принцип иерархичности и комплексности). Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Сценарий спортивного соревнования. Инвент-менеджмент в спорте. Системы проведения спортивных соревнований. Система прямого определения мест участников. Круговая система. Система с выбыванием. Смешанная система. Планирование, подготовка и проведение соревнований.

3.3. Нравственные отношения в спорте. Этический конфликт. Нереалистические (беспредметные) конфликты. Реалистические (предметные) конфликты. Конфликты дидактического характера. Прямые и косвенные методы погашения этических конфликтов. Основные понятия этики спорта. Нормативная этика. Прикладная этика. Профессиональная этика. Спортивное поведение. Честность. Отношение к сопернику. История возникновения этики в спорте. Фракции и современные «фанаты». Fair Play («Честная игра»). Fair Play – как основа этичного поведения в спорте. Кодекс спортивной этики. Комиссия по этике Олимпийского комитета России. Комитет Фейр Плей. Принципы Fair Play. Принцип уважения к правилам. Принцип уважения к сопернику. Принцип уважения к решениям

судей. Принцип равных шансов. Принцип самоконтроля. Формально честная игра. Неформальная честная игра.

3.4. Профилактика нарушений спортивной этики. ВАДА. Кодекс ВАДА. Международная конвенция о борьбе с допингом в спорте. Справедливая игра.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
Знать:				
1	- научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни	+	+	+
2	- влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний и вредных привычек	+	+	
3	- способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности	+	+	
4	- правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности	+	+	
5	- спортивные традиции МХТИ-РХТУ им. Д.И. Менделеева	+	+	+
Уметь:				
6	- выполнять индивидуально подобранные комплексы по физической культуре и различным видам спорта	+	+	
7	- осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности	+	+	
8	- осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности	+	+	
9	- осуществлять творческое сотрудничество в коллективных формах занятий физической культурой и спортом	+	+	+
10	- выполнять приемы защиты и самообороны, страховки и самостраховки	+	+	+
Владеть:				
11	- средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования	+	+	+
12	- должным уровнем физической подготовленности, необходимым для качественного усвоения профессиональных умений и навыков в процессе обучения в вузе, для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности после окончания учебного заведения	+	+	+
13	- техническими и тактическими навыками в одном из видов спорта	+	+	
14	- использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>универсальные компетенции и индикаторы их достижения</i> :				
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК		
15	УК-7. Способен поддерживать должный	УК-7.1. Знает научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни; влияние оздоровительных систем физического воспитания на		
		+	+	+

	уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	укрепление здоровья; способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности; правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности			
		УК-7.2. Умеет поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	+	+	+
		УК-7.3. Умеет использовать основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом внешних и внутренних условий реализации профессиональной деятельности	+	+	+
		УК-7.4. Владеет средствами и методами укрепления здоровья, физического самосовершенствования; должным уровнем физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Практические занятия проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление полученных знаний по дисциплине «Физическая культура и спорт», овладение системой практических умений и навыков по дисциплине «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту», обеспечивающих совершенствование психофизических способностей; развитие способностей использовать разнообразные формы физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления своего здоровья; обучение техническим и тактическим приемам одного из видов спорта, а также совершенствование спортивного мастерства студентов – спортсменов.

Учебный материал для учебно-тренировочных занятий в соответствии с основными задачами содержится в поурочных планах по видам подготовки.

К практическим занятиям допускаются студенты, прошедшие медицинский осмотр и определившие свою группу здоровья (основную или подготовительную). Исключение делается студентам в первом семестре, для которых это правило действует сразу после предоставления первокурсниками медицинской справки по форме № 086/у (Приложение № 4), а также опроса студентов о состоянии их здоровья.

Занятия проводятся в двух отделениях: основном и спортивном.

Практические занятия в основном учебном отделении, где занимаются студенты основной и подготовительной медицинских групп, проводятся с направленностью на улучшение общей физической подготовки с использованием средств одного или нескольких видов спорта, определяемых возможностями спортивной базы, на которой проводятся занятия (стадион, игровой, гимнастический, фитнес, борьбы, тренажерный залы, скалодром, бассейн, легкоатлетический манеж или лыжная база).

Наполняемость группы не более **20** человек.

Обязательными видами физических упражнений для включения в рабочую программу по дисциплине «*Элективные дисциплины по физической культуре и спорту*» являются: отдельные дисциплины по легкой атлетике (бег 100 м, бег 3000 м – мужчины, бег 2000 м – женщины, прыжок в длину с места, подтягивание, сгибание-разгибание рук в упоре лежа, упражнения на укрепление мышц брюшного пресса), плавание, лыжные гонки, упражнения профессионально-прикладной физической подготовки.

В практическом разделе могут использоваться физические упражнения из различных видов спорта, оздоровительных систем физических упражнений. На занятиях могут применяться тренажерные устройства, различный спортивный инвентарь.

Практические занятия включает в себя соревнования различного вида и уровня.

Практический учебный материал для студентов **спортивного отделения**.

Обеспечивается дальнейшее повышение уровня общефизической и специальной физической подготовки студентов. Особое место отводится формированию основ знаний, умений и навыков организации самостоятельных занятий, использованию тренажерных устройств и различного спортивного инвентаря для физического совершенствования. Студенты спортивного отделения могут заниматься по индивидуальному графику по избранным видам спорта с выполнением зачетных требований в установленные сроки. График учебного процесса спортивного отделения должен предусматривать полное изучение тематики теоретического, методического и практического разделов рабочей программы с учетом специфики его организации на спортивном отделении.

Наполняемость группы не более **20** человек.

Учебно-практические занятия, в значительной степени, должны носить консультационный характер, практические рекомендации необходимо подкреплять постоянным контролем преподавателя за их выполнением студентом.

Содержание и конкретные средства каждого практического занятия определяются преподавателем учебной группы. Преподаватель несет полную ответственность за соответствие используемых упражнений и их дозировок возможностям каждого отдельного студента.

Перевод студента из одного учебного отделения в другое осуществляется только по завершении семестра, после аттестации в предыдущем отделении.

По медицинским показателям студент может быть переведен в специальное медицинское отделение в любое время в течение семестра.

Примерные темы практических занятий

Раздел	Темы практических занятий	Время занятий
1	Основы построения оздоровительной тренировки. Обучение фазам оздоровительной тренировки (разминка, аэробная фаза, силовая нагрузка, заключительная часть – заминка).	2 акад. часа
	Формирование необходимого фонда двигательных умений и навыков из отдельных видов спорта, закрепление и совершенствование их. Элементы ритмической, художественной гимнастики (девушки), элементы борьбы (юноши).	2 акад. часа
	Формирование умений и навыков в проведении комплекса гигиенической гимнастики с целью развития силовых способностей. Овладение рациональной спортивной техникой.	2 акад. часа
	Формирование умений и навыков в проведении комплекса гигиенической гимнастики с целью развития гибкости. Техническое выполнение специальных упражнений.	2 акад. часа
	Способы дозирования физической нагрузки. Влияние физической нагрузки на развитие и совершенствование физических способностей у занимающихся с различным уровнем подготовленности.	2 акад. часа
	Проведение комплекса гигиенической гимнастики с применением общеразвивающих упражнений без оборудования. Анализ проведения. Работа над ошибками. Гимнастический комплекс: изучение строевых, общеразвивающих, Комплексы упражнений на развитие баланса, координации, ловкости.	2 акад. часа
	Хатха-йога, гимнастика цигун, разновидности дыхательных гимнастик.	2 акад. часа
	Тестирующие упражнения для оценки физической подготовленности у разных категорий занимающихся в зависимости от направленности тренировочного процесса.	2 акад. часа
	Применение упражнений аэробного характера с целью развития выносливости. Формирование умений и навыков в поведении комплекса оздоровительной тренировки с целью развития выносливости в общей и специальной тренировке.	2 акад. часа
	Тренировка вестибулярного аппарата. Подбор упражнений с учетом особенностей возрастного развития и физического состояния человека. Техника физических упражнений. Определение уровня развития координационных способностей.	2 акад. часа
Отработка пространственных характеристик двигательных действий (исходное положение, положение тела, во время выполнения упражнения, траектория движений, амплитуды движений).	2 акад. часа	

	Использование физической помощи и страховки в процессе освоения двигательных действий с учетом возможностей занимающихся.	2 академ. часа
	Методы оценки функционального состояния и физического развития организма. Обучение контролю ЧСС во время проведения занятия. Способы регламентации нагрузки.	2 академ. часа
	Основы построения оздоровительной тренировки. Обучение фазам оздоровительной тренировки (разминка, аэробная фаза, силовая нагрузка, заключительная часть – заминка).	2 академ. часа
	Формирование необходимого фонда двигательных умений и навыков из отдельных видов спорта, закрепление и совершенствование их. Элементы ритмической, художественной гимнастики (девушки), элементы борьбы (юноши).	2 академ. часа
	Формирование умений и навыков в проведении комплекса лечебной гимнастики с целью развития силовых способностей. Овладение рациональной спортивной техникой.	2 академ. часа
2	Воспитание физических качеств – апогей – сдача норм ВФСК ГТО	2 академ. часа
	Теоретический раздел занятия – историческая справка – появление и внедрение комплекса ГТО. Ступени комплекса. Основные тесты комплекса	2 академ. часа
	Теория и методика выполнения тестов комплекса	2 академ. часа
	Воспитание физических качеств обучающихся: воспитание силы, быстроты, ловкости, выносливости, гибкости и т.д.	2 академ. часа
	Воспитание силы – разучивание и отработка упражнений в сопротивлении, работа с отягощением веса собственного веса и т.д.) Воспитание быстроты – скоростные физические упражнения)	2 академ. часа
	Воспитание выносливости (циклические упражнения, общая выносливость, специальная выносливость)	2 академ. часа
	Воспитание гибкости (амплитуда движения, суставы, связки, волокна и т.д.). Различные комплексы упражнений на гибкость	2 академ. часа
	Воспитание ловкости: подвижность двигательного навыка.	2 академ. часа
	Комплекс упражнений на развитие координации	2 академ. часа
3	Методика организации и проведения спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий	2 академ. часа
	Изучение видов соревнований, классификация соревнований по рангу.	2 академ. часа
	Во время проведения занятий – возможны мини веселые старты (объяснение правил соревнований, правил судейства, технике выполнения различных упражнений в игровой форме). Соревнования по избранному виду спорта.	2 академ. часа
	Волонтерская составляющая проведения соревнований: изучение правил соревнований, волонтеры и помощники судей.	2 академ. часа
	Обучение в составлении сценарного плана физкультурно-массовых мероприятий, подготовка наградной атрибутики. Общие организационные моменты	2 академ. часа
	Системы проведения спортивных соревнований (круговая система, система с выбыванием, смешанная система)	2 академ. часа
	Этика спорта. Нормативные понятия этики (обучение студентов этике	2 академ. часа

спортивного поведения на протяжении всего периода обучения).	часа
Нравственное отношение в спорте. Честность. Отношение к сопернику, к товарищу по команде, спортсмену на занятиях.	2 акад. часа
В спортивном отделении – этически конфликт. Обучение Fair Play – как основе этического поведения в спорте.	2 акад. часа
Изучение принципов Fair Play.	2 акад. часа
Профилактика нарушений спортивной этики.	2 акад. часа
Беседы на практических занятиях о вреде допинга	2 акад. часа

Примеры содержания практических занятий

Раздел	Содержание практического занятия	Время занятия
1	<p align="center">Основы построения оздоровительной тренировки</p> <p>Цель занятия: освоить методы функционального состояния</p> <p>Содержание занятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятие о контроле и самоконтроле; - методика оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы; <p>Оборудование: секундомер, абонемент</p> <p>Ход занятия:</p> <p>Преподаватель кратко объясняет цель, задачи, структуру занятия.</p> <p>Студенты выполняют функциональные пробы для оценки сердечно-сосудистой системы (подсчет пульса до начала занятия – в состоянии покоя, заносится во вкладыш абонемента)</p> <p>Во время проведения занятия преподаватель несколько раз (после основной части, аэробной, силовой, заключительной) просит студента измерить свой пульс и занести в абонемент. В конце занятия совместно преподаватель – студент проверяем динамику пульса.</p> <p>В конце занятия студенты должны:</p> <p>Знать: простые методы самоконтроля за функциональным состоянием организма;</p> <p>Уметь: проводить функциональные пробы и анализировать реакцию организма на выполненную физическую нагрузку</p> <p>Владеть: навыками анализа данных проведенных функциональных проб для оценки работы сердечно-сосудистой системы</p>	2 акад. часа
2	<p align="center">Двигательные возможности человека – воспитание физических качеств</p> <p>Цель занятия: освоить методику развития основных физических качеств.</p> <p>Содержание занятия: Основные понятия физических качеств.</p> <p>Методика развития гибкости.</p> <p>Ход занятия:</p> <p>Преподаватель сообщает цель, задачи, содержание занятия, знакомит с основами методики развития физического качества: гибкость.</p> <p>Во время проведения занятия преподаватель акцентирует внимание студентов на выполнение специальных упражнений, которые способствуют развитию физического качества гибкость,</p> <p>Предлагается выполнить норматив из ВФСК ГТО гибкость.</p>	2 акад. часа

	<p>Преподаватель объясняет ход выполнения упражнения, правильность, последовательность выполнения упражнения.</p> <p>В конце занятия преподаватель записывает параметры результата выполнения упражнения на развитие гибкости.</p> <p>Контрольные точки можно проводить каждый месяц, а в конце семестра посмотреть вместе со студентом динамику развития норматива.</p> <p>Оборудование: спортивный инвентарь для развития качества гибкость, степ –платформа или гимнастическая скамья, с которых можно выполнять норматив на развитие гибкости, линейка, туристические коврики, для проведения разминки и основной части выполнения упражнений на развития гибкости.</p> <p>В результате занятия студенты должны:</p> <p>Знать: упражнения и виды спорта, развивающие физические качества (гибкость)</p> <p>Уметь: индивидуально подбирать средства и методы направленного развития и совершенствования физического качества гибкость. (Так по развитию каждого физического качества).</p> <p>Владеть: навыками в проведении занятия на развитие физического качества гибкость</p>	
3	<p>Методика организации и проведения спортивных соревнований. Методика составления индивидуального занятия по избранному виду спорта</p> <p>Цель занятия: ознакомиться с методикой проведения и составления самостоятельных занятий с гигиенической и тренировочной направленностью на примере занятия по легкой атлетике (направление ОФП).</p> <p>Содержание занятия: составление плана-конспекта проведения занятия. Подготовка и проведение занятия (по его основным частям: подготовительная часть, основная, заключительная).</p> <p>Ход занятия:</p> <p>Преподаватель сообщает цель, задачи, структуру занятия. Знакомит с простейшими формами самостоятельных занятий физическими упражнениями. Разбирается содержание подготовительной части занятия. Предлагается одному из студентов провести с группой подготовительную часть. Важен контроль за правильностью выполнения, соблюдения соответствующей последовательности выполнения упражнений осуществляет преподаватель.</p> <p>Студенты активно включаются в обсуждение содержания упражнений.</p> <p>Разбираются возможные разделы легкой атлетике, по которым целесообразно проводить занятие. После чего проводится обсуждение основной и заключительной частей занятия. Предлагается одному из студентов провести заключительную часть занятия.</p> <p>Раскрывается структура написания плана-конспекта занятия.</p> <p>Оборудование: для выполнения теста: прыжок в длину с места необходима измерительная линейка, бланк плана-конспекта.</p> <p>В результате проведенного занятия студенты должны:</p> <p>Знать: особенности форм содержания и структуры самостоятельных занятий физическими упражнениями.</p> <p>Уметь: составить и провести самостоятельно занятие тренировочной направленности.</p>	2 акад. часа

	<p>После проведения занятия «методики составления индивидуального занятия по избранному виду спорта», можно перейти к занятию «методика организации и проведения спортивных соревнований».</p> <p>Цель занятия: ознакомиться с методикой подготовки и проведения соревнования по избранному виду спорта на примере легкой атлетики (направление ОФП).</p> <p>Содержание занятия: обсуждение правил проведения соревнований, комплексного построения соревнований от регистрации участников до проведения церемонии награждения. Со студентами обсуждаются принципы Fair Play, принципы нарушений правил не применения допинга в спорте. Предлагается студентам самим провести небольшие соревнования в рамках учебно-тренировочного занятия.</p> <p>В результате занятия студенты должны:</p> <p>Знать: правила проведения соревнований по легкой атлетике (по выбранному виду спорта).</p> <p>Уметь: составить сценарий проведения соревнований по легкой атлетике.</p> <p>Владеть: навыками в организации и непосредственно в проведении соревнований</p>	
--	---	--

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия – учебным планом не предусмотрены

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами;
- посещение отраслевых (профильных по физической культуре и спорту) выставок и семинаров;
- участие в конференциях РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению практических контрольных тестов (1, 2, 3 и 4 семестры) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам 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.

Самостоятельная работа обучающихся при освоении разделов дисциплины осуществляется при руководстве и консультировании ведущего преподавателя отделения (ОФП, ГСС), или специализации (в группах специализаций, осуществляющих деятельность по оказанию физкультурно-оздоровительных и спортивных услуг университета), в форме индивидуальных или групповых занятий.

Виды, содержание самостоятельной работы, формы контроля и отчетности о результатах самостоятельной работы, в том числе методические рекомендации обучающимся, преподавателям, определяются рабочей программой дисциплины.

Оценивание результатов самостоятельной работы обучающихся осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Разработка кейсов заданий для реализации самостоятельной работы студентов, производится кафедрой физического воспитания университета, с учетом направленности на формирование результатов освоения дисциплины, как части образовательной программы.

Выполнение заданий при реализации часов, выделенных в раздел самостоятельной работы, способствует закреплению студентами знаний и навыков научно-практических основ физической культуры и спорта, методики самостоятельных занятий, особенности использования средств физической культуры для оптимизации работоспособности, а также развития основы и методики развития физических качеств и двигательных навыков. Студенты должны уметь использовать средства и методы физического воспитания для профессионального и личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа жизни; владеть средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, ценностями физической культуры личности для успешной социально-культурной и профессиональной деятельности.

Результат самостоятельной работы студентов представляется в виде контрольных работ и отчетов в соответствии с учебно-тематическими планами дисциплины утвержденных для отделений (ОФП, ГСС), или специализации (в группах специализаций, осуществляющих деятельность по оказанию физкультурно-оздоровительных и спортивных услуг университета), в форме индивидуальных или групповых занятий.

Размещение кейсов заданий для самостоятельной работы и предоставление результатов самостоятельной работы студентов возможно: как на бумажном носителе, так и посредством электронных образовательных платформ, после чего студенты допускаются к промежуточной аттестации.

Для отдельных обучающихся в зависимости от степени ограниченности здоровья возможна разработка индивидуального учебного плана самостоятельной работы с индивидуальными заданиями и сроками их выполнения.

Для инвалидов и лиц с ОВЗ в университете устанавливается особый порядок освоения дисциплины, с учетом рекомендаций и заключения выданного по результатам медицинского обследования (основанием является медицинский документ, предоставленный из медицинских учреждений, имеющих лицензию на право ведения медицинской деятельности), кафедрой физического воспитания университета разрабатываются кейсы заданий для реализации самостоятельной работы в отделениях по Адаптивной физической культуре.

Порядок организации самостоятельной работы студентов по дисциплине разрабатывается кафедрой физического воспитания университета и согласовывается с учебным управлением университета, а также утверждается проректором по учебной работе.

№	Самостоятельная работа Раздел дисциплины по семестрам	I	II	III	IV	Всего часов СР
1.	Раздел 1. Основы построения оздоровительной тренировки					70
1.1.	Оздоровительная направленность – как важнейший принцип системы физического воспитания	2		2		4
1.2.	Основы построения оздоровительной тренировки	6	6	8	10	30
1.3.	Физкультурно-оздоровительные методики и системы	4	6	4	6	20
1.4.	Оценка состояния здоровья	4	2	2	8	16
2	Раздел 2. Двигательные возможности человека – воспитание физических качеств. ВФСК ГТО					45
2.1.	Появление и внедрение комплекса ГТО		2		1	3
2.2.	Воспитание физических качеств обучающихся	2	2	2	12	18

2.3.	Профессионально-прикладная физическая подготовка	2	2	2	4	10
2.4.	Подвижность двигательного навыка. Взаимосвязь физических качеств		4	2	8	14
3	Раздел 3. Методика организации и проведения спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий. Этика физической культуры и спорта					17
3.1.	Характеристика спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий	2			1	3
3.2.	Организация спортивных мероприятий	2	2	2		6
3.3.	Нравственные отношения в спорте				4	4
3.4.	Профилактика нарушений спортивной этики. ВАДА				4	4
	ИТОГО	24	26	24	58	132

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная дисциплина «*Элективные дисциплины по физической культуре и спорту*» включает 3 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность.

С целью успешного изучения материала каждого раздела рекомендуется регулярное посещение практических занятий, а также использование сведений, содержащихся в литературных источниках, представленных в рабочей программе дисциплины.

Рабочая программа дисциплины предусматривает практические занятия, выполнение контрольных практических тестов (общих и специальных контрольных нормативов), в рамках текущего контроля, выполнение заданий с целью освоения часов самостоятельной работы.

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за практические занятия (максимальная оценка в 1 и 4 семестрах – 32 балла, в 2 и 3 семестрах – 66 баллов), выполнение общих и специальных контрольных практических тестов (максимальная оценка за выполнение общих контрольных тестов – 20 баллов, максимальная оценка за выполнение специальных контрольных тестов – 8 баллов), освоение часов самостоятельной работы (максимальная оценка в 1 и 4 семестрах – 40 баллов, в 2 и 3 семестрах - 16 баллов).

1 курс, I семестр (осенний) 2020/2022 уч. г.
(Группа здоровья основная)

Месяц	Практические занятия (контактная работа)		Текущий и итоговый контроль			
			Самостоятельная работа*		Контактная самостоятельная работа*	
	<i>Освоенные часы (практ. занятия)</i>	<i>баллы</i>	<i>Освоенные часы</i>	<i>баллы</i>	<i>Контрольные нормативы</i>	<i>баллы</i>
Сентябрь	8 часов (4 занятия)	8 баллов	-	-	100м** Кросс**	4 балла 4 балла
Октябрь	8 часов (4 занятия)	8 баллов	6 часов	10 баллов	-	-
Ноябрь	8 часов (4 занятия)	8 баллов	6 часов	10 баллов	-	-
Декабрь	8 часов (4 занятия)	8 баллов	12 часов	40 баллов	Пресс** Отжимание** Длина**	4 балла 4 балла 4 балла
					Специальные*** нормативы	8 баллов
Всего в семестре	32 часа (16 занятий)	32 балла	24 часа	40 баллов	28 баллов	
ИТОГО	56 часов / 100 баллов					

1 курс, II семестр (весенний) 2020/2022 уч. г.
(Группа здоровья основная)

Месяц	Практические занятия (контактная работа)		Текущий и итоговый контроль			
			Самостоятельная работа*		Контактная самостоятельная работа*	
	<i>Освоенные часы (практ. занятия)</i>	<i>баллы</i>	<i>Освоенные часы</i>	<i>баллы</i>	<i>Контрольные нормативы</i>	<i>баллы</i>
Февраль	16 часов (8 занятий)	16 баллов	-	-	-	-
Март	16 часов (8 занятий)	16 баллов	8 часов	-	-	-
Апрель	16 часов (8 занятий)	16 баллов	8 часов	-	Отжимание** Длина**	4 балла 4 балла
Май	18 часов (9 занятий)	18 баллов	10 часов	16 баллов	Пресс** 100м** Кросс**	4 балла 4 балла 4 балла
					Специальные** * нормативы	8 баллов
Всего в семестре	66 часов (33 занятия)	66 баллов	26 часов	16 баллов	28 баллов	
ИТОГО	92 часа / 100 баллов					

* Самостоятельное (или частично самостоятельное) выполнение студентом блоков тематических заданий, разработанных кафедрой физического воспитания в соответствии с учебно-тематическими планами отделений или специализаций на текущий учебный семестр

** Общие контрольные нормативы (их списка норм ВФСК ГТО). К выполнению контрольных нормативов студенту в семестре необходимо освоить не менее 40 часов учебной дисциплины

*** Специальные контрольные нормативы, разработанные кафедрой физического воспитания в соответствии со спецификой отделений или специализаций на текущий учебный семестр. К выполнению контрольных нормативов студенту в семестре необходимо освоить не менее 40 часов учебной дисциплины

2 курс, III семестр (осенний) 2020/2022 уч. г.
(Группа здоровья основная)

Месяц	Практические занятия (контактная работа)		Текущий и итоговый контроль			
			Самостоятельная работа*		Контактная самостоятельная работа*	
	<i>Освоенные часы (практ. занятия)</i>	<i>баллы</i>	<i>Освоенные часы</i>	<i>баллы</i>	<i>Контрольные нормативы</i>	<i>баллы</i>
Сентябрь	16 часов (8 занятий)	16 баллов	-	-	100м** Кросс**	4 балла 4 балла
Октябрь	16 часов (8 занятий)	16 баллов	8 часов	-	-	-
Ноябрь	16 часов (8 занятий)	16 баллов	8 часов	-	-	-
Декабрь	18 часов (9 занятий)	18 баллов	8 часов	16 баллов	Пресс** Отжимание** Длина**	4 балла 4 балла 4 балла
					Специальные** * нормативы	8 баллов
Всего в семестре	66 часов (33 занятия)	66 баллов	24 часа	16 баллов	28 баллов	
ИТОГО	90 часов / 100 баллов					

2 курс, IV семестр (весенний) 2020/2022 уч. г.
(Группа здоровья основная)

Месяц	Практические занятия (контактная работа)		Текущий и итоговый контроль			
			Самостоятельная работа*		Контактная самостоят. работа*	
	<i>Освоенные часы (практ. занятия)</i>	<i>баллы</i>	<i>Освоенные часы</i>	<i>баллы</i>	<i>Контрольные нормативы</i>	<i>баллы</i>
Февраль	8 часов (4 занятия)	8 баллов	12 часов	4 балла	-	-
Март	8 часов (4 занятия)	8 баллов	12 часов	4 балла	-	-
Апрель	8 часов (4 занятия)	8 баллов	12 часов	8 баллов	Отжимание** Длина**	4 балла 4 балла
Май	8 часов (4 занятия)	8 баллов	22 часа	24 балла	Пресс** 100м** Кросс**	4 балла 4 балла 4 балла
					Специальные** * нормативы	8 баллов
Всего в семестре	32 часа (16 занятий)	32 балла	58 часов	40 баллов	28 баллов	
ИТОГО	90 часов / 100 баллов					

* Самостоятельное (или частично самостоятельное) выполнение студентом блоков тематических заданий, разработанных кафедрой физического воспитания в соответствии с учебно-тематическими планами отделений или специализаций на текущий учебный семестр

** Общие контрольные нормативы (их списка норм ВФСК ГТО). К выполнению контрольных нормативов студенту в семестре необходимо освоить не менее 40 часов учебной дисциплины

*** Специальные контрольные нормативы, разработанные кафедрой физического воспитания в соответствии со спецификой отделений или специализаций на текущий учебный семестр. К выполнению контрольных нормативов студенту в семестре необходимо освоить не менее 40 часов учебной дисциплины

8.1. Реферативно-аналитическая работа Примерные темы реферативно-аналитической работы

Раздел 1.

1. Формы занятий физическими упражнениями.
2. Что такое урочные формы занятий.
3. Что такое внеурочные формы занятий.
4. Малые формы занятий.
5. Крупные формы занятий.
6. Соревновательные формы занятий.
7. Основная направленность занятий по общей физической подготовке.
8. Спортивно-тренировочные занятия.
9. Методико-практические занятия.
10. Занятия по прикладной физической подготовке.
11. Для чего необходима вводная часть, подготовительная, основная, заключительная части занятия
12. Индивидуальные и групповые занятия.
13. Цель спортивной тренировки.
14. Какие стороны подготовки спортсмена входят в содержание спортивной тренировки
15. Для чего необходима теоретическая подготовка спортсмена в выбранном виде спорта
16. Что включает в себя техническая подготовка спортсмена
17. Для чего необходима психологическая подготовка спортсмена

18. Для чего необходима тактическая подготовка спортсмена
19. Основные задачи, решаемые в ходе подготовки оздоровительной тренировки
20. Основные задачи, решаемые в ходе спортивной тренировки
21. В чем разница между оздоровительной и спортивной тренировкой
22. Чем характеризуется «тренированность»
23. Чем характеризуется «подготовленность»
24. Чем характеризуется «спортивная форма»
25. Что такое «специальная тренированность»
26. Что такое «общая тренированность»
27. Перечислите принципы спортивной тренировки.
28. Перечислите принципы оздоровительной тренировки.
29. Принципы индивидуализации при построении и проведении тренировок
30. Характеристики спортивной специализации
31. Избранные соревновательные упражнения, специально подготовленные упражнения.
32. Методы спортивной тренировки.
33. Общепедагогические методы спортивной тренировки.
34. Практические методы, наглядные методы.
35. Методы, направленные (преимущественно) на совершенствование физических качеств
36. Интервальный метод тренировки
37. Игровой метод оздоровительной тренировки
38. Структура тренировки
39. Этап углубленной специализации
40. Этап совершенствования

Раздел 2.

1. Комплекс ГТО в нашей стране
2. Из скольких ступеней состоял первый комплекс ГТО в нашей стране
3. Вторая ступень комплекса ГТО
4. Ступень «Будь готов к труду и обороне»
5. Специальная ступень комплекса ГТО «ВСК» (военно-спортивный комплекс)
6. Ступень «ГЗР» (готов к защите Родины)
7. В 1968 году введен комплекс «Готов к гражданской обороне», для какой категории граждан введен этот комплекс
8. Прекращение существования комплекса ГТО
9. Возрождение ВФСК ГТО
10. Современный комплекс ГТО – ступени и части
11. Нормативно-тестирующая часть ВФСК ГТО, спортивная часть ВФСК ГТО
12. Принципы построения комплекса ГТО
13. Основными направлениями внедрения комплекса ГТО являются:
14. Структура каждой ступени комплекса ГТО (блоки)
15. К обязательным тестам относятся:
16. К тестам по выбору относятся:
17. Послы ГТО. Фирменный стиль ГТО
18. Идентификационный номер, что означают цифры идентификационного номера
19. Медицинская справка-допуск на выполнение норм ГТО
20. В течении какого времени выполняются нормативы комплекса ГТО
21. Протокол тестирования ГТО, кто его подписывает, сколько лет хранятся данные о выполнении гражданами испытаний комплекса ГТО
22. Знак отличия ГТО
23. Приказ о награждении граждан золотым знаком ГТО

24. Для того чтобы участники могли полностью реализовать свои способности тестирование начинается с наименее энергозатратных видов испытаний.
25. Наиболее эффективной порядок сдачи норм комплекса ГТО
26. Выполнение норматива «челночный бег»
27. Выполнение нормативов «бег на 30, 60, 100 м»; «бег на 1; 1,5; 2; 3 км»
28. Выполнение нормативов «смешанное передвижение», «кросс по пересеченной местности»
29. Выполнение норматива «прыжок в длину с места»
30. Выполнение нормативов «Подтягивание из виса лежа на низкой перекладине», «Подтягивание на высокой перекладине»
31. Выполнение норматива «рывок гири»
32. Выполнение норматива «сгибание и разгибание рук в упоре лежа»
33. Выполнение норматива «поднимание туловища из положения лежа на спине»
34. Выполнение норматива «наклон вперед из положения стоя с прямыми ногами на полу или на гимнастической скамье»
35. Выполнение нормативов «метание теннисного мяча в цель», «метание спортивного снаряда на дальность»
36. Выполнение нормативов «плавание на 10, 15, 25, 50 м»
37. Выполнение норматива «бег на лыжах на 1, 2, 3, 5 км»
38. Выполнение норматива «стрельба из пневматической винтовки»
39. Выполнение норматива «туристический поход с проверкой туристических навыков»
40. Выполнение норматива «скандинавская ходьба»

Раздел 3.

1. Физкультурно-спортивные мероприятия.
2. Массовые физкультурно-оздоровительные мероприятия.
3. Отличие массовых физкультурно-оздоровительных мероприятий от спортивных соревнований.
4. Рекламно-пропагандистские мероприятия.
5. Учебно-тренировочные мероприятия.
6. Предмет состязаний.
7. Судейство.
8. Спортсмены.
9. Классификация спортивных соревнований.
10. Классификация спортивных соревнований по целям их проведения:
11. Главные (основные) спортивные соревнования.
12. Отборочные спортивные соревнования.
13. Подводящие спортивные соревнования.
14. Квалификационные спортивные соревнования.
15. Подготовительные спортивные соревнования.
16. ЕВСК.
17. Перечислите комплексные соревнования.
18. Перечислите соревнования по отдельным видам спорта (дифференциация).
19. Чемпионаты, кубки, первенства (в соответствии с ЕВСК).
20. Правила военно-прикладных и служебно-прикладных видов спорта.
21. Правила национальных видов спорта.
22. Спорт высших достижений.
23. ЕКП (единый календарный план), части ЕКП.
24. Порядок организации и проведения крупнейших спортивных соревнований (Олимпийских игр)
25. Организация, организующая и проводящая соревнования – назовите порядок.
26. Волонтеры. Их роль в помощи проведения соревнований.

27. Волонтерское движение.
28. Классификация спортивных соревнований.
29. Сценарий спортивного соревнования.
30. Системы (способы) проведения спортивных соревнований. Система непосредственного определения мест:
31. Круговая система. Система с выбыванием.
32. Принципы четвертьфиналов, полуфиналов, финалов.
33. Смешанная система соревнований.
34. Блицтурниры.
35. Выбор системы проведения соревнований.
36. Обеспечение безопасности проведения соревнований.
37. «Этика спорта». Профессиональная этика.
38. FAIR PLAY – как основа этичного поведения. Принципы Fair Play.
39. Профилактика нарушений спортивной этики.
40. ВАДА. ее цели и задачи.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 7 практических, контрольных тестовых нормативов в каждом семестре. Максимальная оценка за контрольные нормативы 1-4 семестр, составляет 4 балла за каждый. Всего в каждом учебном семестре за все нормативы максимум 28 баллов.

Примерные обязательные практические тесты общеразвивающей направленности по общей физической подготовке – для текущего контроля освоения дисциплины

(проводятся в начале семестра, результаты приведены в соответствии с нормами ВФСК ГТО – для сравнительного анализа)

МУЖЧИНЫ				ЖЕНЩИНЫ			
4 балла, золото	3балла, серебро	2 балла, бронза	1 балл	4 балла, золото	3балла, серебро	2 балла, бронза	1 балл
1. БЕГ 100 метров, сек							
13,5	14,8	15,1	15,2	16,5	17,0	17,5	17,6
2. КРОСС, мин.							
3 000 метров				2 000 метров			
12,30	13,30	14,00	14,01	10,30	11,15	11,35	11,36
3. ПРЕСС (лежа на спине, руки за головой, ноги согнуты в коленях и зафиксированы). Поднять корпус, грудью коснуться колен (оценивается качество выполнения упражнения), количество раз за 1 минуту							
47	40	34	33	47	40	34	33
4. ПРЫЖОК В ДЛИНУ С МЕСТА, толчком двумя ногами, см							
240	230	215	214	195	180	170	169
5. СГИБАНИЕ И РАЗГИБАНИЕ РУК В УПОРЕ лежа на полу (оценивается качество выполнения упражнения), кол-во раз							

25	20	16	12	14	12	10	9
6. Подтягивание из виса на высокой перекладине, кол-во раз				6. Подтягивание из виса на низкой перекладине, кол-во раз			
13	10	9	8	13	10	8	6

Примерные практические тесты специальной направленности по общей физической подготовке – для текущего контроля освоения дисциплины
(проводятся в конце каждого семестра)

МУЖЧИНЫ				ЖЕНЩИНЫ			
1. «ГИБКОСТЬ» – Наклон вперед из положения стоя с прямыми ногами на гимнастической скамье (ниже уровня скамьи – см)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
+13	+7	+6	+5	+16	+11	+8	+7
2. Метание спортивного снаряда (мяча 150 г) с расстояния 6 м в мишень диаметром 1 м (пять попыток)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
5	4	3	2	5	4	3	2

Правильность выполнения контрольных нормативов – тестов (для сравнительного анализа нормы ГТО Всероссийского физкультурно-оздоровительного комплекса)

1. «Гибкость» – наклон вперед из положения стоя с прямыми ногами стоя на гимнастической скамье

Примите исходное положение: ноги выпрямлены в коленях, расстояние между стопами 10 – 15 сантиметров. Выполните два предварительных наклона, при третьем согнитесь и задержитесь в этом положении в течении двух секунд.

2. Метание теннисного мяча

Производится с шести метров, на стене гимнастический обруч диаметром 90 см, исходное положение: туловище повернуто грудью в сторону метания, правая рука согнута в локте, локоть опущен, кисть с мячом на уровне плеча, перейдите в положение натянутого лука, финальное усилие с активным захлестом кисти руки, туловище и ноги выпрямляются.

Ошибки:

- 1) Заступ за линию метания;
- 2) Снаряд не попал в «коридор»;
- 3) Попытка выполнена без разрешения судьи.

Участнику предоставляется право выполнить три броска. В зачет идет лучший результат. Измерение производится от линии метания до места приземления снаряда.

Участники V – VII ступеней выполняют метание спортивного снаряда весом 700 и 500 г.

3. Бег на короткие дистанции – 100 метров

Технику бега на короткие дистанции можно условно разбить на 4 фазы:

- старт
- стартовый разбег
- бег на дистанции
- финиширование

4. КРОСС – бег на длинные дистанции по пересеченной местности

Кросс – бег по пересеченной местности. Это легкоатлетическая дисциплина, которая направлена на гармоничное физическое развитие человека. Занятия кроссом благотворно влияют на организм в целом: развивают силу мышц, укрепляют нервную систему, улучшают кровообращение и дыхательную работу. Кроме того, кроссы развивают сообразительность человека, умение преодолевать препятствия и распределять свои силы. Основными задачами кроссовой подготовки являются: тренировка выносливости; развитие скорости, силы и ловкости; воспитание потребности в самостоятельных физических занятиях.

Уроки кроссовой подготовки следует начинать с разминки. Она может длиться от 5 до 15 минут. Не стоит усердствовать, чтобы поберечь силы для выполнения основных упражнений. Комплекс разминки включает разные виды ходьбы (на носках и на пятках), бег приставным шагом на правый и левый бок и упражнение на дыхание. В качестве общего разогрева мышц тела можно использовать классические вращения головой и руками, наклоны вперед/назад, выпады и прыжки (<http://fb.ru/article/287300/krossovaya-podgotovka-znachenie>)

5. Прыжок в длину с места толчком двумя ногами

Прыжок в длину с места толчком двумя ногами выполняется в соответствующем секторе для прыжков. Место отталкивания должно обеспечивать хорошее сцепление с обувью. Участник принимает исходное положение (далее – ИП): ноги на ширине плеч, ступни параллельно, носки ног перед линией измерения.

Одновременным толчком двух ног выполняется прыжок вперед. Мах руками разрешен.

Измерение производится по перпендикулярной прямой от линии измерения до ближайшего следа, оставленного любой частью тела участника. Участнику предоставляются три попытки. В зачет идет лучший результат.

Ошибки:

- 1) заступ за линию измерения или касание ее;
- 2) выполнение отталкивания с предварительного подскока;
- 3) отталкивание ногами разновременно.

6. Пресс – норматив на укрепление мышц брюшного пресса. Упражнение выполняется только на жесткой поверхности. На пол необходимо положить туристический коврик. Выполнять упражнение «пресс» могут только те студенты, у которых нет проблем со спиной (!) для тех студентов, у которых группа здоровья – основная. Верхний пресс: согните ноги в коленях, поднимайте корпус вверх, причем поясница не должна отрываться от пола, только предплечья и лопатки.

Упражнение выполняется плавно, избегая рывков. Вдох стоит делать, поднимая корпус, а выдох – возвращаясь в исходное положение.

7. «Отжимание»:

7.1. Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на полу

Тестирование сгибания и разгибания рук в упоре лежа на полу, может проводиться с применением «контактной платформы», либо без нее. Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на полу, выполняется из ИП: упор лежа на полу, руки на ширине плеч, кисти вперед, локти разведены не более чем на 45 градусов, плечи, туловище и ноги составляют прямую линию. Стопы упираются в пол без опоры.

Сгибая руки, необходимо коснуться грудью пола или «контактной платформы» высотой 5 см, затем, разгибая руки, вернуться в ИП и, зафиксировав его на 0,5 с, продолжить выполнение тестирования.

Засчитывается количество правильно выполненных сгибаний и разгибаний рук.

Ошибки:

- 1) касание пола коленями, бедрами, тазом;
- 2) нарушение прямой линии «плечи - туловище – ноги»;
- 3) отсутствие фиксации на 0,5 с ИП;
- 4) поочередное разгибание рук;

- 5) отсутствие касания грудью пола (платформы);
- 6) разведение локтей относительно туловища более чем на 45 градусов.

7.2. Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на гимнастической скамье или на сиденье стула

Сгибание и разгибание рук в упоре лежа выполняется из ИП: упор лежа на гимнастической скамье (или сиденье стула), руки на ширине плеч, кисти рук опираются о передний край гимнастической скамьи (или сиденья стула), плечи, туловище и ноги составляют прямую линию. Стопы упираются в пол без опоры.

Сгибая руки, необходимо прикоснуться грудью к гимнастической скамье (или сиденья стула), затем, разгибая руки, вернуться в ИП и, зафиксировав его на 0,5с, продолжить выполнение упражнения.

Засчитывается количество правильно выполненных сгибаний - разгибаний рук, фиксируемых счетом судьи в ИП.

Ошибки:

- 1) касание пола коленями;
- 2) нарушение прямой линии «плечи – туловище – ноги»;
- 3) отсутствие фиксации ИП на 0,5с;
- 4) поочередное разгибание рук;
- 5) отсутствие касания грудью скамьи (или стула).

8. Подтягивание из виса на высокой перекладине (мужчины)

Подтягивание из виса на высокой перекладине выполняется из ИП: вис хватом сверху, кисти рук на ширине плеч, руки, туловище и ноги выпрямлены, ноги не касаются пола, ступни вместе.

Участник подтягивается так, чтобы подбородок пересек верхнюю линию грифа перекладины, затем опускается в вис и, зафиксировав на 0,5 с ИП, продолжает выполнение упражнения. Засчитывается количество правильно выполненных подтягиваний.

Ошибки:

- 1) подтягивание рывками или с махами ног (туловища);
- 2) подбородок не поднялся выше грифа перекладины;
- 3) отсутствие фиксации на 0,5 с ИП;
- 4) одновременное сгибание рук.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература.

А. Основная литература

1. **Головина В. А.** Учебная и внеучебная физкультурно-оздоровительная и спортивно-массовая работа / В. А. Головина, Т. Н. Акулова, И. В. Иванов. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. – 40 с.
2. **Акулова, Т. Н.** Физическая культура. Самбо. Учебно-методический комплекс / Т. Н. Акулова, В. А. Головина, В. Д. Щербинина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 80 с.
3. **Акулова, Т. Н.** Физическая культура. Бальные танцы: Учебно-методический комплекс / Т. Н. Акулова, В. А. Головина, Р. В. Якушин. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 72 с.
4. **Акулова, Т. Н.** Физическая культура. Оздоровительная аэробика. Учебно-методический комплекс / Т. Н. Акулова, В. А. Головина, О. В. Носик, И. В. Иванов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 85 с.
5. **Акулова, Т. Н.** Физическая культура. Атлетическая гимнастика. Зал КСК «Тушино». Учебно-методический комплекс / Т. Н. Акулова, В. А. Головина, С. А. Ушаков, И. В. Иванов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 116 с.

6. **Плаксина, Н. В.** Психолого-педагогические и медико-биологические основы в структуре дисциплины «Физическая культура и спорт»: учеб. пособие / Н. В. Плаксина, Т. Н. Акулова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020. – 124 с.
7. **Носик, О. В.** – Современные технологии физической культуры для лиц с ограниченными возможностями здоровья. Аэробно – эстетические направления: учебно – методическое пособие / О. В. Носик. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2020. – 100 с.

Б. Дополнительная литература

1. **Холодов, Ж. К.** Теория и методика физического воспитания и спорта / Ж. К. Холодов, В. С. Кузнецов. – М.: Академия, 2018. – 496 с.
2. **Носик, О. В.** Классическая аэробика. Учебно-методическое пособие / О. В. Носик, В. А. Головина, Т. Н. Акулова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 24 с.
3. **Липченко, Ю. П.** Методические рекомендации по обучению плаванию студентов с высокой степенью водобоязни и психогенной напряженностью. Учебно-методическое пособие / Ю. П. Липченко, В. А. Головина, И. В. Иванов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 16 с.
- 4 **Рощина, М. Б.** Построение процесса тренировки квалифицированных пловцов – студентов учебных заведений / М. Б. Рощина, А. Н. Хорошев. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 36 с.
5. **Носик, О. В.** Основы степ-аэробики. Учебно-методическое пособие / О. В. Носик, Т. Н. Акулова, В. А. Головина, И. В. Иванов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 40 с.
6. **Носик, О. В.** Средства и методы развития гибкости в учебных программах по оздоровительной аэробике. Учебно-методическое пособие / сост. О. В. Носик, Т. Н. Акулова, В. А. Головина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 20 с.
7. **Носик, О. В.** Теория и методика силовой аэробики. Учебно-методическое пособие / О. В. Носик, Т. Н. Акулова, В. А. Головина, В. В. Головина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 24 с.
8. **Носик, О. В.** Теория и методика танцевальной аэробики. Учебно-методическое пособие / О. В. Носик, Т. Н. Акулова, В. А. Головина, Д. Ю. Кладова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 24 с.
9. **Головина, В. В.** Аэробика и активный отдых. Часть 1 (TRX). Учебно-методическое пособие / В. В. Головина, О. В. Носик, Т. Н. Акулова, В. А. Головина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 24 с.
10. **Головина, В. В.** Формирование мышечного корсета на занятиях по оздоровительной аэробике для студентов непрофильного вуза (учебно-методическое пособие) / В. В. Головина, Т. Н. Акулова, В. А. Головина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. – 20 с.
11. **Рощина, М. Б.** Самостоятельные занятия физической культурой для студентов старших курсов (учебно-методическое пособие) / М. Б. Рощина, А. Н. Хорошев. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. – 36 с.
12. **Якушин, Р. В.** Самба. Адаптированный курс для студентов непрофильных специальностей / Р. В. Якушин, Т. Н. Акулова, В. А. Головина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. – 36 с.
13. **Носик, О. В.** Нетрадиционные технологии Адаптивной физической культуры. Фитбол. Учебно-методическое пособие / О. В. Носик, Т. Н. Акулова, Д. Ю. Кладова. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2018. – 28 с.
14. **Носик, О. В.** Нетрадиционные технологии Адаптивной физической культуры. Фитбол. Учебно-методическое пособие / О. В. Носик, Т. Н. Акулова, Д. Ю. Кладова. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2018. – 28 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Методические рекомендации по выполнению самостоятельных работ.
- Видео-консультации в условиях реализации дисциплины с ЭО и ДОТ.

Публицистические журналы и научные журналы, перечня ВАК:

1. «Большой спорт» – журнал Алексея Немова. ISSN 1817–2547
<https://publishing.mediocrat.com/ru/projects/bolshoy-sport>
2. «Физическая культура, спорт – наука и практика». ISSN 1817-4779
<https://kgufkst.ru/science/nauchno-metodicheskiy-zhurnal/>
3. Лыжный спорт. ISSN 1729-6595 <https://www.skisport.ru/>
4. Шахматное обозрение. ISSN 0205-8316. <http://www.64.ru/>
5. Человек. Спорт. Медицина. ISSN 2500-0195, <https://hsm.susu.ru/hsm/index>
6. «Железный мир» ISSN 1726-8109 www.ironworld.ru
7. «Коневодство и конный спорт» ISSN <http://www.konevodstvo.org/>
8. «Легкая атлетика» ISSN 0024-4155

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

<http://studsport.ru>

Общероссийская общественная организация «Российский студенческий спортивный союз». Портал посвящен студенческому спорту как в Российской Федерации, так и в каждом конкретном регионе страны.

<https://mrsss.ru/>

Московское региональное отделение Общероссийской общественной организации «Российский студенческий спортивный союз». Портал посвящен студенческому спорту в Москве (вузы Москвы)

<https://vk.com/kafedrasportarxty>

Кафедра спорта РХТУ им. Д.И. Менделеева в контакте.

Страница создана с целью просвещения и популяризации спорта в Российском химико-технологическом университете, а также является навигатором в учебной деятельности по дисциплинам «Физическая культура и спорт» и «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту».

<http://o-gto.ru/normy-gto-tablitsa-normativov/>

Портал является проводником по Всероссийскому физкультурно-спортивному комплексу «Готов к труду и обороне» (нормы ГТО, таблицы нормативов, техника выполнения, соревнования ГТО).

<https://www.minsport.gov.ru/sport/high-sport/skrytaya-edin-vseros/31598/>

Отдельный раздел на сайте Министерства спорта Российской Федерации, посвящен нормативному документу – Единая Всероссийская спортивная классификация 2018 – 2022 гг. (о всех видах спорта, правилах получения и присвоения разрядов и званий)

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк тем для реферативных работ для текущего контроля освоения дисциплины (общее число рефератов – 40);
- банк практических тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число контрольных тестов – 10).

9.3.1. Для теоретического раздела:

9.3.2. Для практического раздела:

- шведские стенки;

- скамейки гимнастические;
- мячи набивные;
- скакалки, гимнастические палки, обручи;
- резина спортивная;
- «колпачки» сигнальные;
- рулетки, секундомеры, измерительные линейки большие;
- коврики туристические, маты;
- зеркальная стенка;
- индивидуальный инвентарь по выбранному виду спорта.

9.3.3. Для контрольного раздела (подготовка и сдача контрольных практических-тестов по общей физической подготовке):

- измерительные линейки большие и малые («прыжок в длину с места», «гибкость»);
- коврики туристические (норматив «пресс»);
- гимнастические скамейки (норматив – «сгибание и разгибание рук в упоре лежа от гимнастической скамьи», «гибкость»);
- мячи для тенниса (норматив «меткость»);
- секундомеры, сигнальная лента, планшеты, цветные карточки участника, оградительные флажки (норматив «кросс», «100 метров»);
- индивидуальный инвентарь по выбранному виду спорта.

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

- Федеральный закон Российской Федерации от 04.12.2007 № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102118584> (дата обращения 10.05.2022)

- Указ Президента РФ от 24.03.2014 № 172 «О Всероссийском физкультурно-спортивном комплексе «Готов к труду и обороне» (ГТО)» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/38224> (дата обращения 10.05.2022).

- Нормы ГТО. Таблица нормативов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.gto.ru/norms> (дата обращения 10.05.2022).

- Приложение № 4 к Порядку проведения профилактических медицинских осмотров несовершеннолетних, утвержденному приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 10 августа 2017 г. № 514 н «Медицинское заключение о принадлежности несовершеннолетнего к медицинской группе для занятий физической культурой» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201708210001> (дата обращения 10.05.2022).

- Страница кафедры физического воспитания РХТУ им. Д.И. Менделеева в контакте <https://vk.com/kafedrasportarhty>

- Страница кафедры физического воспитания «Спорт в РХТУ им. Д.И. Менделеева» в контакте https://vk.com/muctr_sport

10. 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 01.01.2022 г. составляет 1 716 243 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе

Электронный учебник в свободном доступе

1. Физическая культура студента: Учебник / Под ред. В.И. Ильинича. М.: Гардарики, 2000. – 448 с.// http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/1309/1/physical_culture.pdf

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Элективные дисциплины по физической культуре и спорту*» проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

- для теоретического раздела (обсуждение с членами сборных команд университета тренировочных, предсоревновательных, соревновательных моментов):

оборудование с переносными электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью, библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

- для практического раздела:

спортивные залы различной направленности, оборудованные необходимым спортивным инвентарём:

- шведские стенки;
- скамейки гимнастические;
- мячи набивные;
- скакалки, гимнастические палки, обручи;
- резина спортивная;
- «колпачки» сигнальные;
- коврики туристические, маты;
- зеркальная стенка;
- инвентарь по различным видам спорта (волейбольные, баскетбольные, футбольные мячи, мячи для игры в регби, теннисные и бадминтонные ракетки, колабашки и доски для плавания, теннисные шарики и мячи для игры в теннис, сетки для игры в волейбол, бадминтон, теннис, настольный теннис, тренажерные устройства, гантельная горка, степ-платформы, мячи-фитболы и др.);
- столы для настольного тенниса;
- для контрольного раздела (подготовка и сдача контрольных нормативов):
- измерительные линейки большие и малые (норматив прыжок в длину с места, гибкость);
- коврики туристические (норматив пресс);
- гимнастические скамейки (норматив – сгибание и разгибание рук в упоре лежа от гимнастической скамьи, гибкость);

- мячи теннисные (норматив меткость);
- секундомеры, сигнальная лента, планшеты, цветные карточки участника, оградительные флажки (норматив кросс, 100 метров);
- индивидуальный инвентарь по виду спорта.

Раздевалки студенческие (раздельно для мужчин и женщин), оборудованные шкафчиками для сменной одежды, скамейками для переодевания, дополнительными вешалками для одежды, душевыми кабинами, туалетными комнатами; розетками для подключения электрических приборов – фенов.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам практических занятий; комплекты плакатов к специальным разделам дисциплины по выбранному виду спорта.

Страница кафедры физического воспитания РХТУ им. Д.И. Менделеева ВКонтакте <https://vk.com/kafedrasportarhty>

11.3. 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.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам дисциплины; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по правильности выполнения норм ВФСК ГТО в тестовом режиме; по избранному виду спорта; кафедральные библиотеки электронных изданий.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора	Срок окончания действия лицензии	Примечание
1	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 Контракт № не определен, проводится закупочная процедура	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 10. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.
2	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote 	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.

	<ul style="list-style-type: none"> • Access • Publisher • InfoPath 			
3	O365ProPlusOpenStu en ts ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Academic Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 Контракт № не определен, проводится закупочная процедура	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/ вспомогательное ПО), количество лицензий равно числу обучающихся
4	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 Контракт № не определен, проводится закупочная процедура	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/всп омогательное ПО)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Обязательные тесты проводятся в начале учебного года как контрольные, характеризующие уровень физической подготовленности первокурсника при поступлении в вуз и физическую активность студента в каникулярное время, и в конце учебного года – как определяющие динамику в уровне физической подготовленности за прошедший учебный год (или семестр).

В каждом семестре студенты выполняют не более 7 обязательных практических тестов, включая пять тестов общеразвивающей направленности (в зависимости от группы здоровья) контроля общей физической подготовленности, и два теста (в зависимости от группы здоровья), контроля специальной физической подготовленности.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основы построения оздоровительной тренировки. Теоретические основы физической культуры и спорта	<i>Знает:</i> - научно-практические основы физической культуры и спорта; - способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности; - правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности; <i>Умеет:</i> - самостоятельно заниматься физической культурой и	Текущий контроль. Оценка за проведение одной из составляющих частей оздоровительной тренировки, (практическое занятие)

	<p>спортом;</p> <ul style="list-style-type: none"> - осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования 	
<p>Раздел 2. Двигательные возможности человека – воспитание физических качеств. ВФСК ГТО</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельно заниматься физической культурой и спортом; - осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования 	<p>Прием тестов и контрольных легкоатлетических нормативов (для студентов основных и спортивных отделений). Оценка за время и качество выполнения каждого норматива. Прием тестов и контрольных нормативов (для студентов специального медицинского отделения). Оценка за технику и качество выполнения каждого норматива.</p>
<p>Раздел 3. Методика организации и проведения спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий, Этика физической культуры и спорта</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - научно-практические основы физической культуры и спорта; - способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности; - правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельно заниматься физической культурой и спортом; - осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности; 	<p>Текущий контроль. Оценка применения методических навыков по организации и проведению соревнований по выбранному виду спорта (практическое занятие).</p>

	<p><i>Владеет:</i></p> <p>- средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования</p>	
Тест № 1 Бег на 100 метров	<p>Знает: особенности выполнения каждого конкретного теста (контрольного норматива)</p> <p>Владеет: техникой выполнения конкретного норматива, упражнения</p> <p>Умеет:</p>	<p>Прием тестов и контрольных нормативов по легкой атлетике.</p> <p>Оценка за правильность выполнения низкого старта, время и качество выполнения каждого норматива.</p>
Тест № 2 Кросс - бег 2000 м (жен) - бег 3000 м (муж)	<p>самостоятельно заниматься физической культурой и спортом; осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены</p>	<p>Оценка за время которое пробежал студент, выносливость, общее состояние после выполнения данного норматива, ЧСС</p>
Тест № 3 «Пресс» (упражнение на укрепление мышц брюшного пресса)	<p>и техники безопасности; выполнять индивидуально подобранные комплексы оздоровительной физической культуры,</p>	<p>Тестирование практическое, оценивается правильность выполнения норматива, контроль дыхания, техника выполнения упражнения</p>
Тест № 4 Прыжок в длину с места		<p>Тестирование практическое.</p> <p>Оценка за качество техники выполнения норматива и расстояние, на которое выполняется прыжок.</p> <p>Ошибки: 1) наличие заступа за линию измерения или касание ее; 2) выполнение отталкивания с предварительного подскока; 3) не одновременное отталкивание двумя ногами.</p>
Тест № 5.1. Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на полу		<p>Тестирование практическое. Оценка за качество техники выполнения норматива, и количество качественно выполненных упражнений.</p> <p>Ошибки:</p> <p>1) касание пола коленями; 2) нарушение прямой</p>

		<p>линии «плечи – туловище – ноги»;</p> <p>3) отсутствие фиксации ИП на 0,5с;</p> <p>4) поочередное разгибание рук;</p> <p>5) отсутствие касания грудью скамьи (или стула).</p>
Тест № 5.2. Подтягивание из виса на высокой перекладине		<p>Тестирование практическое. Оценка за качество техники выполнения норматива, и количество качественно выполненных упражнений.</p> <p>Ошибки:</p> <p>1) подтягивание рывками или с махами ног (туловища);</p> <p>2) подбородок не поднялся выше грифа перекладины;</p> <p>3) отсутствие фиксации на 0,5 с ИП;</p> <p>4) разновременное сгибание рук.</p>
Тест № 6 Упражнение на развитие гибкости		<p>Тестирование практическое, Оценка за качество техники выполнения норматива и расстояние, на которое выполняется наклон.</p>
Тест № 7 Упражнение на развитие меткости		<p>Оценка за качество техники выполнения норматива и расстояние, на которое выполняется точность выполнения бросков.</p>
в т.ч. соревновательный		<p>Форма: соревнования личные и командные.</p> <p>Оценка за участие и показанные результаты в соревнованиях.</p>
Контрольный раздел		<p>Оценка за выполнение контрольных зачетных нормативов. Оценка результатов защиты рефератов (у студентов специального медицинского отделения)</p>

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

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется по отдельно разработанной программе *«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту. Адаптивная физическая культура и спорт»*

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;

- 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
«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»
основной образовательной программы**

« _____ »
код и наименование направления подготовки (специальности)

« _____ »
наименование ООП

Форма обучения: очная

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

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

« 25 » мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Химия энергонасыщенных материалов»

**Специальность 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий**

Специализация – «Химическая технология органических соединений азота»

Квалификация «Инженер»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
« 25 » мая 2022 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022 г.

Программа составлена:

старшим преподавателем кафедры «Химической технологии органических соединений азота», Рудаковым Г.Ф.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химической технологии органических соединений азота «11» мая 2022 г., протокол № 9

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ	12
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	14
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	14
4.2. Содержание разделов дисциплины.....	17
5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	19
6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	22
6.1. Практические занятия	22
6.2. Лабораторные работы.....	22
7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА	23
8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	23
8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения теоретических разделов дисциплины	23
8.2. Вопросы для итогового контроля освоения теоретических разделов дисциплины.....	32
8.3. Образцы экзаменационных билетов	33
8.4. Примеры вопросов для контроля освоения лабораторного практикума.....	34
9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	38
9.1. Рекомендуемая литература	38
9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации.....	38
9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины	39
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ	39
11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	40
11.1.Оборудование, необходимое в образовательном процессе:.....	40
11.2.Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно- программные и аудиовизуальные средства:.....	40
11.3.Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:	41
11.4.Перечень лицензионного программного обеспечения.....	41
12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ	42
13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	46

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) высшего образования подготовки специалистов по специальности 18.05.01 – «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий», специализации №1 «Химическая технология органических соединений азота», рекомендаций методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой Химической технологии органических соединений азота РХТУ им. Д.И. Менделеева. Дисциплина «Химия энергонасыщенных соединений» относится к дисциплинам специализации обязательной части Б1.О.28.01. Программа рассчитана на изучение курса в течение двух семестров.

Изучение предмета базируется на знании общетеоретических дисциплин неорганической, органической, физической химии, процессов и аппаратов химической технологии. В ходе обучения студенты приобретают навыки работы в лаборатории по синтезу и технологии энергонасыщенных соединений и работы с научной информацией по этому профилю.

Знания, полученные при изучении дисциплины, являются основой для последующего изучения дисциплин «Химия гетероциклических соединений азота», «Химическая технология бризантных ЭНС» и выполнения студентами специальных дисциплин «Учебная научно-исследовательская работа», «Научно-исследовательский практикум», а также выпускной квалификационной работы.

Цель дисциплины «Химия энергонасыщенных соединений» – ознакомление обучающихся с общими принципами создания энергонасыщенных материалов (ЭМ) как химических аккумуляторов энергии (индивидуальных взрывчатых веществ (ВВ), компонентов смесевых ВВ, порохов и ракетных топлив), их физическими и химическими свойствами и способами получения ЭМ, относящихся к различным химическим классам, а также с принципами использования ЭМ в военных и мирных целях.

Задачи дисциплины:

- сформировать четкие представления о путях создания энергонасыщенных соединений, их структуре и эксплуатации;
- дать представления о перспективных направлениях поиска новых энергонасыщенных соединений, отвечающих современным требованиям.

Цель и задачи дисциплины достигаются с помощью ознакомления обучающихся:

1. с основными принципами конструирования энергонасыщенных материалов и требованиями к таким материалам различного назначения;
2. с современным состоянием науки об энергонасыщенных материалах;
3. с теоретическими основами процессов нитрования органических соединений, специальными разделами химии нитросоединений;
4. стратегией поиска новых энергонасыщенных соединений, отвечающих современным требованиям;
5. с принципиальными технологическими процессами получения энергонасыщенных соединений алифатического ряда и возможностями их использования в органическом синтезе.

Дисциплина «Химия энергонасыщенных соединений» преподается в 6 и 7 семестрах. Она включает лекции и практические занятия (6 семестр) и лабораторный практикум (7 семестр). Учет успеваемости обучающихся ведется по принятой в университете рейтинговой системе. Рабочая программа дисциплины может быть частично реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Химическая технология энергонасыщенных материалов изделий» направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
<p>- Участие в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах (далее - НИОКР), направленных на совершенствование получения и использования энергонасыщенных материалов и изделий и изучение их свойств;</p> <p>- разработка программ, методик, технических средств для проведения исследований свойств существующих и новых энергонасыщенных материалов и изделий;</p> <p>- обработка и анализ результатов экспериментальных</p>	<p>Индивидуальные и смесевые энергонасыщенные материалы и изделия на их основе;</p> <p>расчетные методы прогнозирования энергетических характеристик энергонасыщенных материалов;</p> <p>методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности энергонасыщенных материалов и изделий.</p>	<p>ПК- 2</p> <p>Способен изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований</p>	<p>ПК-2.6</p> <p>Владеет современной информацией о состоянии исследований в области энергонасыщенных соединений и изделий в России и за рубежом.</p>	<p>26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта.</p>

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<p>исследований, формулирование выводов, подготовка отчетов и публикаций о результатах исследований, защита интеллектуальной собственности;</p> <p>- участие во внедрении результатов НИОКР;</p> <p>- поиск и анализ научно-технической информации в области энергонасыщенных материалов и изделий с целью научно-практической и патентной поддержки проводимых исследований;</p>		<p>ПСК-1.1</p> <p>Способен представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований</p>	<p>ПСК-1.1.1</p> <p>Знает основные методы получения взрывчатых материалов различных классов и требования к исходным продуктам;</p> <p>ПСК-1.1.2</p> <p>Знает теоретические основы и механизмы основных химических реакций, применяемых для синтеза энергонасыщенных соединений;</p> <p>ПСК-1.1.4</p> <p>Умеет прогнозировать перспективные пути синтеза энергонасыщенных соединений с заданными свойствами;</p> <p>ПСК-1.1.7</p> <p>Владеет практическими навыками получения индивидуальных и смесевых взрывчатых материалов в лабораторных условиях.</p>	<p>26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта.</p>

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: технологический				
<p>Организация эффективного и безопасного ведения технологических процессов получения энергонасыщенных материалов и изделий;</p> <p>выполнение инженерных расчетов, обеспечивающих проведение существующего технологического процесса или внесения в него необходимых дополнений и изменений;</p> <p>разработка мероприятий по обеспечению требуемого качества продукции, контролю над их выполнением, по предупреждению и</p>	<p>Технологические процессы получения энергонасыщенных материалов и изделий;</p> <p>методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности энергонасыщенных материалов и изделий;</p> <p>оборудование для производства и переработки энергонасыщенных материалов и изделий.</p>	<p>ПСК-1.3</p> <p>Способен применять знания по химии и технологии индивидуальных и смесевых взрывчатых материалов и их отдельных компонентов для управления технологическим процессом, прогнозирования и регулирования основных эксплуатационных свойств, постановки</p>	<p>ПСК-1.3.2</p> <p>Знает основные принципы выбора новых энергонасыщенных соединений и создания технологических процессов их производства;</p> <p>ПСК-1.3.3</p> <p>Знает теоретические основы процессов нитрования – механизм, кинетику и термодинамику;</p> <p>ПСК-1.3.6</p> <p>Умеет синтезировать основные энергонасыщенные материалы различных классов;</p>	<p>26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий;</p> <p>промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения;</p> <p>промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при</p>

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<p>устранению случаев нарушения технологического регламента; организация и участие в испытаниях готовой продукции; контроль над соблюдением технологической дисциплины, разбор случаев ее нарушения и анализ вызывающих их причин; подготовка и корректировка технологической документации; участие в проведении опытных работ по внедрению новых рецептур, методик, освоению новых стандартов, новых приборов;</p>		<p>задач по исследованию и проектированию технологии новых взрывчатых материалов и изделий</p>	<p>ПСК-1.3.12 Владеет современной информацией по организации и объему производства индивидуальных и смесевых взрывчатых материалов, исходных продуктов и компонентов в России и за рубежом.</p>	<p>получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта.</p>

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<p>Участие в экспертизе аварийных ситуаций при работах с энергонасыщенными материалами и изделиями;</p> <p>участие в экспертизе чрезвычайных ситуаций, имевших место с использованием энергонасыщенных материалов.</p>	<p>Расчетные методы прогнозирования энергетических характеристик энергонасыщенных материалов</p>	<p>ПК-7</p> <p>Способен в составе группы проводить экспертизу происшествий с участием энергонасыщенных материалов и изделий</p>	<p>ПК-7.11</p> <p>Владеет навыками изучения и обобщения информации в области разработки, исследования и применения энергонасыщенных материалов;</p>	<p>26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании</p>

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
				<p>энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта.</p>

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

знать:

- основные принципы выбора новых энергонасыщенных материалов и создания технологических процессов их производства;
- основные источники сырья для получения энергонасыщенных соединений, методы их получения и требования к исходным продуктам;
- теоретические основы процессов нитрования и выбора аппаратурного оформления процессов получения энергонасыщенных материалов;

уметь:

- прогнозировать перспективные пути синтеза энергонасыщенных соединений с заданными свойствами;
- обеспечивать безопасные условия работы с энергонасыщенными материалами;

владеть:

- практическими навыками получения энергонасыщенных материалов в лабораторных условиях и способами обеспечения безопасности экспериментатора и окружающих;
- современной информацией по производству энергонасыщенных соединений в России и за рубежом;
- навыками изучения и обобщения информации в области химии энергонасыщенных материалов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	Всего		6 семестр		7 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	9	324	4	144	5	180
Контактная работа – аудиторные занятия:	3.55	128	1.33	48	2.22	80
в том числе в форме практической подготовки	1.5	54	-	-	1.5	54
Лекции (Лек)	0.89	32	0.89	32	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0.44	16	0.44	16	-	-
Лабораторные занятия (Лаб)	2.22	80	-	-	2.22	80
в том числе в форме практической подготовки	2	72	-	-	2	72
Самостоятельная работа:	4.45	160	1.67	60	2.78	100
Контактная самостоятельная работа	4.45	0.2	1,67		2.78	0.2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		159.8		60		99.8
Экзамен	1	36	1	36	-	-

Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0.4	1	0.4	-	-
Подготовка к экзамену		35.6		35.6		
Вид контроля:			Экзамен		Зачет	

Виды учебной работы	Всего		6 семестр		7 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	9	243	4	108	5	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	3.55	96	1.33	36	2.22	60
в том числе в форме практической подготовки	1.5	40.5	-	-	1.5	40.5
Лекции (Лек)	0.89	24	0.89	24	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0.44	12	0.44	12	-	-
Лабораторные занятия (Лаб)	2.22	60	-	-	2.22	60
в том числе в форме практической подготовки	2	54	-	-	2	54
Самостоятельная работа:	4.45	120	1.67	45	2.78	75
Контактная самостоятельная работа	4.45	0.2	1.67		2.78	0.2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		159.8		45		74.8
Экзамен	1	27	1	27	-	-
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0.3	1	0.3	-	-
Подготовка к экзамену		26.7		26.7		
Вид контроля:			Экзамен		Зачет	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов						
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
	Введение	8		2				6
1.	Раздел 1. Основные положения	32	7	6	2			24
1.1	Современные представления о строении нитрогруппы. Теоретические основы нитрования.	18	3	3	1			12
1.2	Нитрующие реагенты и способы нитрования органических соединений. проблемы техники безопасности и экологии при получении нитросоединений.	14	4	3	1			12
2.	Раздел 2. Нитроалканы и нитроалкены	74	20	6	4	40	37	24
2.1	Физические и химические свойства нитроалканов. Основные методы получения. Технология парофазного нитрования углеводов.	32	8	2	2	20	18	8
2.2	Строение, физические и химические свойства, способы получения и применение полинитроалканов. Технология нитроформа и тетранитрометана.	31	6	2	1	20	19	8
2.3	Физические свойства, особенности химического поведения, способы получения и применение жирноароматических нитросоединений и нитроолефинов.	11	6	2	1			8
3.	Раздел 3. Кислородсодержащие нитросоединения	39	5	6	2	15	13	15

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов						
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
3.1	Нитроспирты. Зависимость физических и химических свойств от строения, способы получения и применение. Технология нитроспиртов и аминоспиртов на их основе.	21	3	3	1	10	9	8
3.2	Нитрокарбонильные соединения и нитрокарбоновые кислоты. Физические и химические свойства. Основные способы получения и применение.	18	2	3	1	5	4	7
4.	Раздел 4. Нитроамины	59	20	5	4	20	18	30
4.1	С-Нитроамины. Физические и химические свойства. Способы получения и применение. Использование в синтезе ЭМ.	19	10	2	2	10	9	15
4.2	Н-Нитроамины. Строение, физические и химические свойства. Основные способы получения и применение. Свойства отдельных представителей. Технология нитрогуанидина.	40	10	3	2	10	9	15
5.	Раздел 5. Азиды	23	5	2	1			22
5.1	Строение, физические и химические свойства, способы получения и применение органических азидов.	23	5	2	1			22
6.	Раздел 6. Дифторамины	18	5	2	1			15
6.1	Фторирующие и дифтораминирующие агенты. Способы получения и применение.	18	5	2	1			15
7.	Раздел 7 О-нитросоединения (нитроэфир)	35	10	3	2	5	4	24

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов						
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
7.1	Строение, химические свойства, методы получения и применение нитроэфиров. Технология получения нитроглицерина.	23	10	2	1	5	4	14
7.2	Нитраты целлюлозы. Строение, свойства и способы получения.	12		1	1			10
	ИТОГО	288	72	32	16	80	72	160
	Экзамен	36						
	ИТОГО	324						

4.2. Содержание разделов дисциплины.

Введение

Краткая история развития химии и технологии энергоемких соединений. Роль энергоемких материалов (ЭМ) в развитии цивилизации. Современные требования к ЭМ. Конверсия оборонных производств, технологии двойного назначения.

Принципы "конструирования" индивидуальных энергоемких соединений. Представления о направленном синтезе ЭМ.

Раздел 1. Основные положения.

1.1 Современные представления о строении нитрогруппы и нитросоединений.

Теоретические основы нитрования. Механизм нитрования ароматических углеводов азотной кислотой и смесями на ее основе. Нитрование в гомогенных и гетерогенных условиях. Нитрование солями нитрония. N- и O-нитрование. Радикальное нитрование алифатических и ароматических углеводов в жидкой и паровой фазах, механизм процесса.

Влияние заместителей на кинетику, ориентацию и селективность при нитровании ароматических углеводов.

1.2 Нитрующие реагенты и способы нитрования органических соединений. Техника безопасности и проблемы охраны природы при получении нитросоединений.

Возможности физико-химических методов анализа при исследовании нитросоединений и процессов нитрования, использование их в системах управления технологическими процессами.

Представления о токсичности нитросоединений, зависимость величин ПДК от строения нитросоединений.

Раздел 2. Нитроалканы и нитроалкены.

2.1 Физические свойства нитроалканов, их зависимость от строения. Химические свойства нитроалканов. Современные представления о таутомерии нитросоединений, зависимость кислотности от строения, влияние среды. Галогенирование, нитрозирование, окисление, восстановление, гидролиз, реакции Михаэля, Анри, Манниха, 1,3-диполярное присоединение O-эфиров. Особенности алкилирования и ацилирования нитроалканов. Влияние условий реакции алкилирования на направление электрофильной реакции.

Основные способы получения. Реакции Мейера, Корнблума, Фойера, тер-Меера, Шехтера-Каплана, окисление органических соединений азота, реакция Понцио, нитрование SN-кислот в кислой и щелочной среде, нитрование непредельных соединений, деструктивное нитрование. Технология парофазного нитрования углеводов.

2.2 Строение, физические и химические свойства, способы получения и применение нитрометана, динитрометана, нитроформа, тетранитрометана, гексанитроэтана. Технология нитроформа и тетранитрометана.

2.3 Физические свойства, особенности химического поведения, способы получения и применение жирноароматических нитросоединений

Непредельные нитросоединения. Нитроалкены, нитродиены, нитроацетилены. Строение, особенности получения сопряженных и несопряженных непредельных нитросоединений.

Раздел 3. Кислородсодержащие нитросоединения.

3.1 Нитроспирты.

Классификация нитроспиртов. Зависимость физических и химических свойств от строения, способы получения и применение. Технология нитроспиртов и аминоспиртов на их основе.

3.2 Нитрокарбонильные соединения. Синтез и химические свойства нитроальдегидов и нитрокетонов.

Нитрокарбоновые кислоты и их производные. Основные методы получения. Карбоксилирование нитроалканов, окисление нитроспиртов и нитроальдегидов, кислотный гидролиз полинитроалканов, реакции Кольбе, Понцио, Михаэля, окисление аминокислот.

Химических свойства нитрокарбоновых кислот. Декарбоксилирование, галогенирование, этерификация, восстановление, реакция Шмидта. Реакции по СН группе: алкилирование, реакции Анри, аза-Анри, Манниха, Михаэля. Синтез диазоэфиров нитрокислот. Взаимодействие с ортоэфирами (алкоксиметилирование). Применение в синтезе ЭМ.

Раздел 4. Нитроамины.

4.1 С-Нитроамины. Физические и химические свойства. Реакции с участием аминогруппы. Способы получения и применение. "Основания Манниха", их использование в синтезе ЭМ.

4.2 N-Нитроамины. Физические свойства. Строение и таутомерия. Химические свойства. Восстановление, гидролиз, алкилирование, ацилирование, галогенирование, нитрование в кислой и щелочной среде, реакции Анри, Манниха и Михаэля. Способы получения. Механизмы N-нитрования первичных, вторичных и третичных аминов. Применение в синтезе ЭМ.

Раздел 5. Азиды.

5.1 Классификация органических азидов. Строение, физические и химические свойства. Восстановление, термолиз, 1,3-диполярное циклоприсоединение, ацидолиз, взаимодействие с нуклеофилами, диазаперенос, реакция Штаудингера, реакция Кадогана, перегруппировка Курциуса.

Азидирующие агенты. Основные способы получения органических азидов. Нуклеофильное замещение, реакция Мицунобу, реакции диазапереноса, раскрытие эпоксидов и азиридинов. Присоединение к активированной и неактивированной двойной связи, взаимодействие азотистоводородной кислоты с алкоксиацетиленами и кетонами. Радикальное азидирование.

Методы получения ароматических азидов. Особенности нуклеофильного замещения, нитрозирование арилгидразинов, сочетание солей диазония с аминами и азидами. Синтез ацилазидов.

Применение алифатических и ароматических азидов в синтезе ЭМ. Получение глицедилазидополимеров, поли(азидометил)оксетанов, 1,2,5-триазидо-1,3,5-тринитробензола и пикрилазида.

Раздел 6. Дифторамины.

6.1 Фторирующие и дифтораминирующие агенты. Достоинства и недостатки. Проблемы безопасности.

Способы получения ароматических и алифатических дифтораминов. Фторирование нитроанилинов. Дифторамирование алканов, алкенов, спиртов, ацеталей, гем-динитроалканов и эфиров карбоновых кислот. Применение органических дифтораминов.

Раздел 7. О-Нитросоединения (нитроэфиры).

7.1 Зависимость физических свойств от строения, токсичность. Химические свойства нитроэфиров. Переэтерификация, восстановление, гидролиз, термическое разложение, нуклеофильное замещение.

Способы получения нитроэфиров. Кислотное нитрование спиртов, линейных и циклических эфиров спиртов. Нитрование параформа, 1,3-диоксанов, 1,3,5-триоксанов,

замещенных оксиранов и оксетанов. Заместительное нитрование и нуклеофильное замещение. Присоединение по двойной связи азотной кислоты и нитрат-аниона.

Глицеринтринитрат (нитроглицерин). Свойства и применение. Конструкционные особенности нитратов. Технология жидких нитроэфиров (инжекторный метод).

7.2 Нитраты целлюлозы. Строение целлюлозы. Свойства и способы получения нитратов целлюлозы различной степени этерификации. Особенности технологии нитратов целлюлозы.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:	Разделы						
	1	2	3	4	5	6	7
Знать:							
основные принципы выбора новых энергонасыщенных материалов и создания технологических процессов их производства	+	+	+	+	+	+	+
основные источники сырья для получения энергонасыщенных соединений, методы их получения и требования к исходным продуктам		+	+	+	+	+	+
теоретические основы процессов нитрования и выбора аппаратного оформления процессов получения энергонасыщенных материалов	+	+	+	+			+
Уметь:							
прогнозировать перспективные пути синтеза энергонасыщенных соединений с заданными свойствами			+	+	+	+	+
обеспечивать безопасные условия работы с энергонасыщенными материалами	+	+	+	+	+	+	+
Владеть:							
практическими навыками получения энергонасыщенных материалов в лабораторных условиях и способами обеспечения безопасности экспериментатора и окружающих		+	+	+	+	+	+
современной информацией по производству энергонасыщенных соединений в России и за рубежом	+		+	+	+	+	+
навыками изучения и обобщения информации в области химии энергонасыщенных материалов			+	+	+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции:		Разделы						
		1	2	3	4	5	6	7
ПК- 2 Способен изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований	ПК-2.6 Владеет современной информацией о состоянии исследований в области энергонасыщенных соединений и изделий в России и за рубежом;	+	+	+	+	+	+	+
ПК- 7 Способен в составе группы проводить экспертизу происшествий с участием энергонасыщенных материалов и изделий	ПК-7.11 Владеет навыками изучения и обобщения информации в области разработки, исследования и применения энергонасыщенных материалов;	+	+	+	+	+	+	+
ПСК-1.1 Готов синтезировать и исследовать физико-химические, взрывчатые свойства индивидуальных и смесевых взрывчатых материалов	ПСК-1.1.1 Знает основные методы получения взрывчатых материалов различных классов и требования к исходным продуктам;		+	+	+	+	+	+
	ПСК-1.1.2 Знает теоретические основы и механизмы основных химических реакций, применяемых для синтеза энеогонасыщенных соединений;	+	+	+	+	+	+	+
	ПСК-1.1.4 Умеет прогнозировать перспективные пути синтеза энергонасыщенных соединений с заданными свойствами;	+		+	+	+	+	+
	ПСК-1.1.7 Владеет практическими навыками получения индивидуальных и смесевых взрывчатых материалов в лабораторных условиях;		+	+	+			+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции:		Разделы						
		1	2	3	4	5	6	7
ПСК-1.3 Способен применять знания по химии и технологии индивидуальных и смесевых взрывчатых материалов и их отдельных компонентов для управления технологическим процессом, прогнозирования и регулирования основных эксплуатационных свойств, постановки задач по исследованию и проектированию технологии новых взрывчатых материалов и изделий	ПСК-1.3.2 Знает основные принципы выбора новых энергонасыщенных соединений и создания технологических процессов их производства;	+	+	+	+	+	+	+
	ПСК-1.3.3 Знает теоретические основы процессов нитрования – механизм, кинетику и термодинамику;		+	+	+			+
	ПСК-1.3.6 Умеет синтезировать основные энергонасыщенные материалы различных классов;			+	+			
	ПСК-1.3.12 Владеет современной информацией по организации и объему производства индивидуальных и смесевых взрывчатых материалов, исходных продуктов и компонентов в России и за рубежом;		+	+	+			+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки по специальности 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий, специализации №1 «Химическая технология органических соединений азота» предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Химия энергонасыщенных соединений» в объеме 16 часов (0.45 зач. ед.) в 6 семестре. Практические занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, приобретение навыков решения ряда практических задач в области получения энергонасыщенных материалов.

Примерный перечень практических занятий

№ п.п.	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1	1.1 1.2	Механизмы нитрования органических соединений. Выбор нитрующих реагентов и смесей.	2
2	2.1	Нитроалканы как полупродукты синтеза органических соединений. Основные методы получения нитроалканов.	2
3	2.2 2.3	Методы получения полинитроалканов. Синтез и химические свойства сопряженных и несопряженных нитроалкенов. Реакция Михаэля.	2
4	3.1 3.2	Механизм реакции Анри. Применение кислородсодержащих нитросоединений в синтезе ЭМ.	2
5	4.1	Механизм реакции Манниха и ее применение в синтезе энергонасыщенных соединений.	2
6	4.2	Особенности синтеза N-нитроаминов и их использование в качестве ЭМ.	2
7	5.1 и 6.1	Синтез и свойства органических азидо и дифтораминов. Достоинства и недостатки.	2
8	7.1, 7.2	Место нитроэфиров в ряду ЭМ.	2

6.2. Лабораторные работы

Лабораторный практикум по дисциплине «Химия энергонасыщенных соединений» выполняется в соответствии с Учебным планом в 7 семестре и занимает 80 акад. ч. Лабораторные работы охватывают 4 раздела дисциплины. В практикум входит 11 работ, примерно от 5 до 20 ч. на каждую работу в зависимости от трудоемкости. В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ их число может быть уменьшено. Лабораторные работы проводятся под руководством преподавателей и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных и практических занятиях, и приобретения навыков экспериментальной работы по синтезу энергонасыщенных соединений.

Текущий контроль освоения лабораторного практикума осуществляется по результатам трех контрольных опросов и итоговой контрольной работы и завершается зачетом. В итоге обучающийся суммарно может набрать 100 баллов.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	
2.1-2.2	1. Синтез динитрометана.	20
	2. Синтез нитроформа.	20
3.1	1. Синтез 2-(гидроксиметил)-2-нитропропан-1,2-диола.	5
	2. Синтез 2,2-динитро-1,3-пропандиола.	5
3.2	1. Синтез метилового эфира тринитромасляной кислоты.	5
4.2	1. Синтез нитромочевины.	5
	2. Синтез нитрогуанидина.	5
	3. Синтез этилендинитрамина (ЭДНА).	5
	4. Синтез 1,3-динитро-1,3-диазациклопентана.	5

	5. Синтез 1,3,5,5-тетранитрогексагидропиримидина.	5
7.1 и 4.2	1. Синтез N,N-бис(2-нитроксиэтил)-N-нитроамина (ДИНА).	10

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Химия энергонасыщенных соединений» предусмотрена самостоятельная работа студента специалитета в объеме 60 ч. в 6 семестре и 100 ч. в 7 семестре плюс 36 ч. (подготовка к экзамену). Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

Форма самостоятельной работы	Объем часов
Подготовка к контрольным работам	50
Подготовка к лабораторным работам	50
Анализ и усвоение лекционного материала	30
Работа с учебной и научной литературой	30

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения теоретических разделов дисциплины

Для текущего контроля теоретических разделов дисциплины в 6 семестре предусмотрено 3 контрольных работы (КР) по всем разделам дисциплины. Максимальная оценка за контрольные работы составляет по 20 баллов за каждую.

По итогам текущего контроля в семестре обучающийся суммарно может набрать 60 баллов:

Вид контроля	КР №1	КР №2	КР №3	Σ
Баллы	20	20	20	60

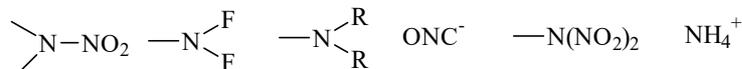
Раздел	Примеры вопросов к контрольным работам
Раздел 1. Основные положения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Требования, предъявляемые к взрывчатым материалам. 2. Эксплозифорные группы. 3. Принципы конструирования энергоемких материалов. 4. Строение нитрогруппы. 5. Строение нитрующих агентов. 6. Строение нитросоединений. 7. Таутомерия нитросоединений. 8. Нитрующие агенты. 9. Способы нитрования органических соединений, 10. Технологическая безопасность и охрана окружающей среды при производстве нитросоединений. 11. Механизмы нитрования ароматических углеводородов. 12. Механизмы нитрования алифатических углеводородов. 13. Механизм нитрования спиртов. 13. Механизмы нитрования аминов и их производных. 13. Методы получения азотного ангидрида. 16. Влияние соотношения реагентов на природу нитрующего агента в смесях уксусного ангидрида с азотной кислотой.

Раздел	Примеры вопросов к контрольным работам
	17. Физические свойства нитросоединений. 18. Токсичность и ее связь со строением нитросоединений.
Раздел 2. Нитроалканы и нитроалкены	1. Химические свойства алифатических нитросоединений. 2. Гидролиз нитроалканов. 3. Восстановление нитроалканов. 4. Нитрозирование нитроалканов. 5. Галогенирование нитроалканов. 6. Реакции димеризации. 7. Нитрование первичных и вторичных нитроалканов. 8. Окислительное азидирование. 9. Механизм реакции Анри. 10. Механизм реакции Михаэля. 11. Механизм реакции Манниха. 12. Применение реакции Анри в синтезе ЭМ. 13. Применение реакции Михаэля в синтезе ЭМ. 14. Применение реакции Манниха в синтезе ЭМ. 15. Основные методы получения алифатических нитросоединений. 16. Реакции Мейера, Корнблума, Коновалова, парофазное нитрование алканов и циклоалканов, окисление аминов, методы Эммонса и Иффланда. 17. Нитрование СН-кислот. 18. Синтез и свойства полинитроалканов. 19. Методы получения и технология нитроформа и тетранитрометана. 20. Жирноароматические нитросоединения. Химические свойства, способы получения и применение в синтезе ЭМ. 21. Строение, физические и химические свойства нитроалкенов. 22. Способы получения нитроалкенов. 23. Применение неопределенных нитросоединений в синтезе ЭМ.
Раздел 3. Кислородсодержащие нитросоединения	1. Строение и физические свойства нитроспиртов. 2. Химические свойства нитроспиртов. 3. Применение нитроспиртов в синтезе ЭМ., нитрокислоты, 4. Строение и физические свойства нитрокарбонильных соединений. 5. Химические свойства нитрокарбонильных соединений. 6. Применение нитрокарбонильных соединений в синтезе ЭМ. 7. Строение и физические свойства нитрокарбоновых кислот. 8. Химические свойства нитрокарбоновых кислот и их производных. 9. Применение нитрокарбоновых кислот в синтезе ЭМ.
Раздел 4. Нитроамины	1. С-Нитроамины. Физические и химические свойства. Реакции с участием аминогруппы. 2. Способы получения и применение С-нитроамины. 3. Основания Манниха и их использование в синтезе ЭМ. 4. N-Нитроамины. Физические свойства. Строение и таутомерия. 5. Химические свойства N-нитроаминов. Восстановление, гидролиз, алкилирование, ацилирование, галогенирование, нитрование в кислой и щелочной среде, реакции Анри, Манниха и Михаэля. 6. Способы получения N-нитроаминов. 7. Механизмы N-нитрования первичных, вторичных и третичных аминов. 8. Применение N-нитроаминов.

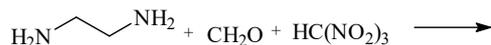
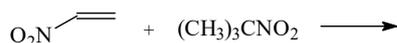
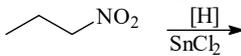
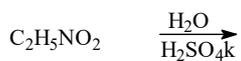
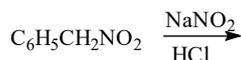
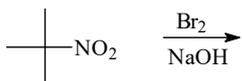
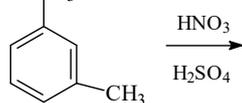
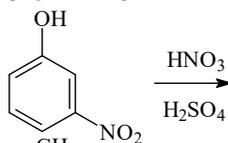
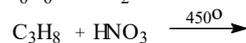
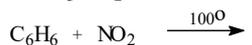
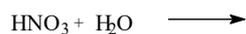
Раздел	Примеры вопросов к контрольным работам
	9. Свойства, способы получения и применение этилендинитрамина (ЭДНА). 10. Свойства, способы получения и применение метилендинитрамина (МЕДИНА). 11. Свойства, способы получения и применение ДИНА. 12. Свойства, способы получения и применение нитрогуанидина 13. Методы получения N,N-динитраминов. Варианты синтеза АДНА.
Раздел 5. Азиды	1. Строение и химические свойства органических азидов. 2. Основные методы получения органических азидов. 3. Синтез и свойства ароматических азидов. 4. Применение азидов в синтезе ЭМ.
Раздел 6. Дифтораминаы	1. Строение и химические свойства дифтораминов. 2. Методы получения органических дифтораминов. 3. Основные фторирующие и дифтораминирующие агенты. Синтез и свойства. 4. Применение органических дифтораминов
Раздел 7. О-Нитросоединения (нитроэфиры)	1. Зависимость физических свойств от строения. 2. Химические свойства нитроэфиров. Переэтерификация, восстановление, гидролиз, термическое разложение. 3. Способы получения нитроэфиров. 4. Применение нитроэфиров, токсичность. 5. Глицеринтринитрат (нитроглицерин). Свойства и применение. 6. Инжекторный метод получения жидких нитроэфиров. 7. Нитраты целлюлозы. Свойства и способы получения нитратов целлюлозы различной степени этерификации. 8. Особенности технологии нитратов целлюлозы.

Примеры контрольных работ
Контрольная работа по содержанию раздела 1 и 2 (КР № 1)
 Вариант 1

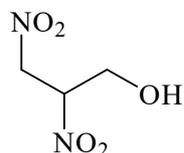
1. Обведите взрывоопасные группы:



2. Допишите уравнения реакций, если они возможны. Если реакция, по Вашему мнению, не идет, перечеркните стрелку, если она равновесна, поставьте знак равновесия. Укажите КОНЕЧНЫЕ продукты реакции для указанных условий и назовите их.



3. Напишите ВСЕ возможные названия соединения:

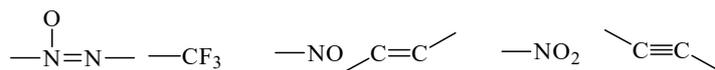


4. Все нитроалканы хорошие растворители? ДА НЕТ

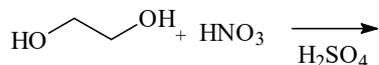
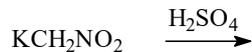
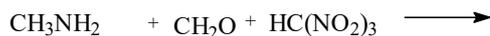
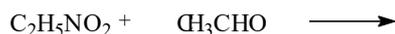
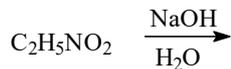
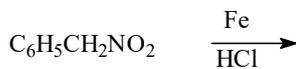
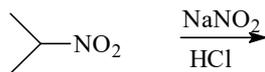
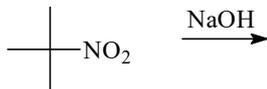
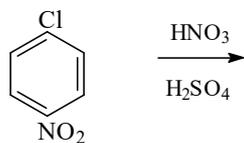
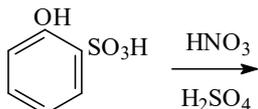
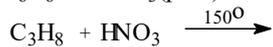
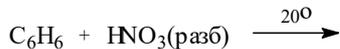
5. Все нитроалканы способны к таутомерии? ДА НЕТ

Вариант 2

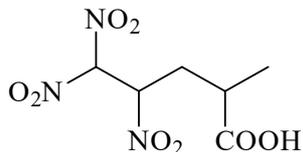
1. Обведите взрывоопасные группы:



2. Допишите уравнения реакций, если они возможны. Если реакция, по Вашему мнению, не идет, перечеркните стрелку, если она равновесна, поставьте знак равновесия. Укажите КОНЕЧНЫЕ продукты реакции для указанных условий и назовите их.



3. Напишите ВСЕ возможные названия соединения:



4. Все нитроалканы являются сильнодействующими ядовитыми веществами? ДА НЕТ

5. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при проведении процессов нитрования?

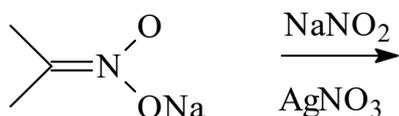
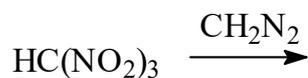
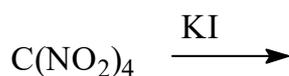
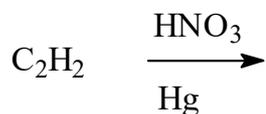
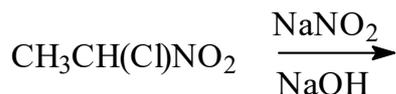
Оценочный материал по контрольной работе №1

Вопрос	1	2	3	4	5	Σ
Баллы	1	16	1	1	1	20

Контрольная работа по содержанию раздела 2 и 3 (КР № 2)

Вариант 1

1. Допишите уравнения реакций, если они возможны. Если реакция, по Вашему мнению, не идет, перечеркните стрелку, если она равновесна, поставьте знак равновесия. Укажите КОНЕЧНЫЕ продукты реакции для указанных условий и назовите их.

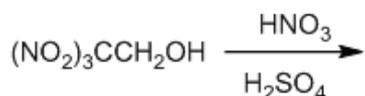
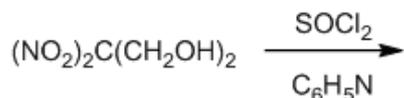
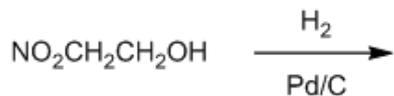
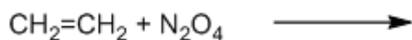
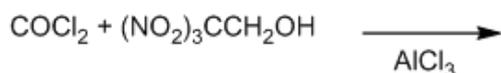
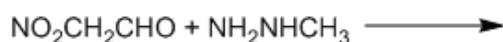
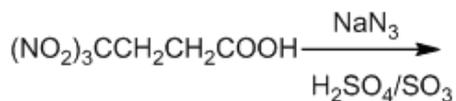


2. Какова оптимальная температура при парофазном нитровании:

Этана

Вариант 2

1. Допишите уравнения реакций, если они возможны. Если реакция, по Вашему мнению, не идет, перечеркните стрелку, если она равновесна, поставьте знак равновесия. Укажите КОНЕЧНЫЕ продукты реакции для указанных условий и назовите их.



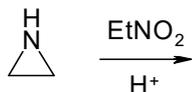
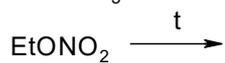
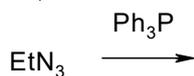
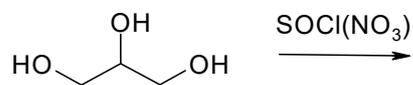
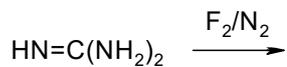
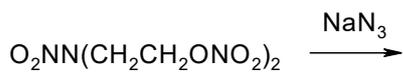
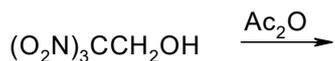
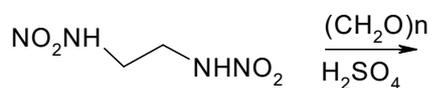
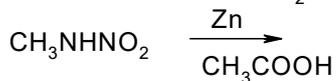
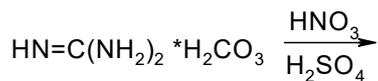
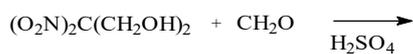
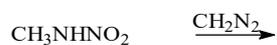
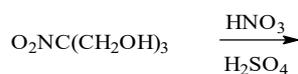
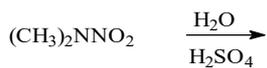
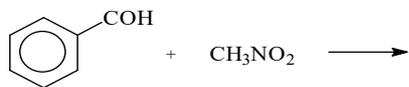
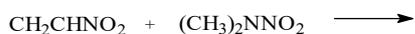
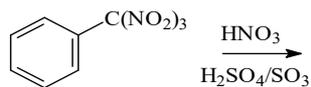
2. Какое соотношение реагентов используют при парофазном нитровании пропан-бутановой смеси:

Оценочный материал по контрольной работе №2

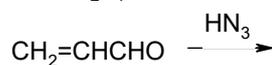
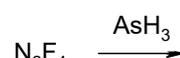
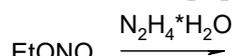
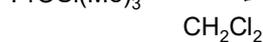
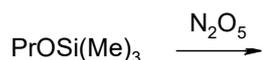
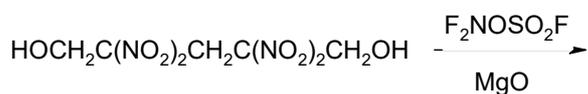
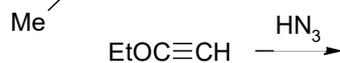
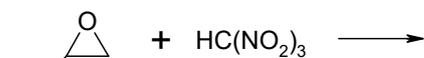
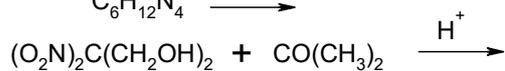
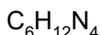
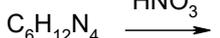
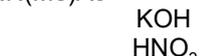
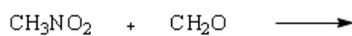
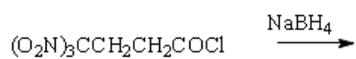
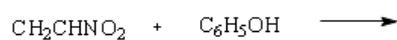
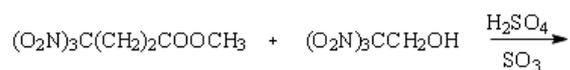
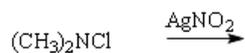
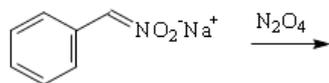
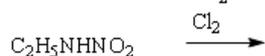
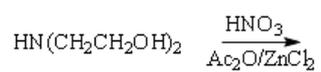
Вопрос	1	2	Σ
Баллы	18	2	20

Контрольная работа по содержанию разделов 4-7 (КР № 3)

Вариант 1



Вариант 3



Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Σ	
Баллы	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения теоретических разделов дисциплины

Учебным планом подготовки по специальности 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий, специализации №1 «Химическая технология органических соединений азота» в качестве итогового контроля освоения теоретических разделов по дисциплине «Химия энергонасыщенных соединений» в 6 семестре предусмотрен экзамен. Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 3 вопроса. 1 вопрос – 14 баллов, вопрос 2 – 14 баллов, вопрос 3 – 12 баллов.

Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины

1. Принципы создания индивидуальных энергоемких соединений.
2. Современные требования к ЭКС.
3. Теоретические основы нитрования органических соединений.
3. Нитрующие реагенты и техника нитрования органических соединений.
5. Деструктивное нитрование как способ синтеза полинитросоединений.
6. Особенности нитрования ароматических углеводородов.
7. Радикальное нитрование: механизм, условия проведения.
8. Нитрование соединений с подвижным атомом водорода (С-Н кислоты) в кислой и щелочной среде: реагенты, механизмы протекающих реакций, применение в синтезе ЭКС.
9. Пути использования нитроалканов в научно-технических процессах.
10. Нитроалканы – полупродукты органического синтеза.
11. Химические свойства нитроалканов.
12. Двойственная природа нитроалканов на примере их реакционной способности.
13. Реакция Манниха: механизм и применение в синтезе ЭКС.
14. Реакция Михаэля: механизм и применение в синтезе ЭКС.
15. Реакция Анри: механизм и применение в синтезе ЭКС.
16. Нитрометан: получение, физические и химические свойства.
17. Способы получения нитроалканов.
18. Получение гем-динитросоединений.
19. Динитрометан: получение, физические и химические свойства.
20. Химические свойства нитроформа.
21. Нитроформ: физические свойства, получение и применение в синтезе ЭКС.
22. Тетранитрометан: свойства, получение, применение.
23. Технология парофазного нитрования углеводородов.
24. Технология тетранитрометана.
25. Технология нитроформа.
26. Технология гем-динитроэтана по реакции тер-Меера.
27. Особенности синтеза жирноароматических нитросоединений.
28. Нитроолефины: способы получения, применение в синтезе ЭКС.
29. Нитроспирты: свойства, способы получения, применение в синтезе ЭКС.
30. Химические свойства нитроспиртов.
31. Нитрокислоты: физические и химические свойства, получение, применение в синтезе ЭКС.

32. Нитрокарбонильные соединения: получение, применение в синтезе ЭКС.
33. Технология нитроспиртов и аминоспиртов на их основе.
34. Строение и свойства С- и N-нитроаминов.
35. С-нитроамины: получение и химические свойства.
36. N-нитраминамины: свойства, способы получения, применение в синтезе ЭКС.
37. Особенности синтеза N-нитраминаминов.
38. Связь строения N-нитраминаминов с их реакционной способностью.
39. Химические свойства первичных нитраминаминов.
40. Химические свойства N-нитраминаминов.
41. Способы получения N-нитраминаминов.
42. ЭДНА: свойства, получение, применение.
43. ДИНА: свойства, получение, применение.
44. МЕДИНА: свойства, получение, применение.
45. Нитрогуанидин: свойства, получение и применение.
46. Технология нитрогуанидина.
47. Нитромочевина: свойства, получение, применение.
48. Получение циклических N-нитраминаминов.
49. Бис(тринитроэтил)мочевина: свойства, получение и применение.
50. Производные азотистоводородной кислоты: свойства, получение, применение.
51. Органические азиды: методы получения, применение.
52. Дифтораминамины. Синтез и химические свойства.
53. О-нитросоединения: свойства, получение, применение.
54. Инжекторный вариант технологии жидких нитроэфиров.
55. Нитроклетчатка: свойства, получение, применение.

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

8.3. Образцы экзаменационных билетов

Итоговый контроль освоения материала дисциплины в 6 семестре проводится в форме устного итогового экзамена. Экзамен по дисциплине «Химия энергонасыщенных соединений» включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Экзаменационный билет состоит из 3 вопросов, относящихся к разным разделам дисциплины. Вопросы билета предусматривают развернутые ответы обучающегося по обозначенной тематике. Ответ на первые два вопроса оценивается по 14 баллов, а третий вопрос – 12 баллов. Суммарная максимальная оценка 40 баллов. Общая оценка освоения дисциплины в 6 семестре складывается путем суммирования оценок текущего контроля и ответа на экзамене. Максимальная оценка по дисциплине – 100 баллов.

<p>«Утверждаю» Зав. кафедрой ХТОСА В.П. Синдицкий</p> <p>_____</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования и РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра химии и технологии органических соединений азота 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий</p> <p>Специализация №1 «Химическая технология органических соединений азота»</p> <p>Дисциплина «Химия энергонасыщенных соединений»</p>
<p>Билет №1</p>	
<p>1. Нитрование соединений с подвижным атомом водорода (С-Н кислоты) в кислой и щелочной среде: реагенты, механизмы протекающих реакций, применение в синтезе ЭКС.</p> <p>2. ДИНА: свойства, получение, применение.</p> <p>3. Технология нитроспиртов и аминоспиртов на их основе</p>	

<p>«Утверждаю» Зав. кафедрой ХТОСА В.П. Синдицкий</p> <p>_____</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования и РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра химии и технологии органических соединений азота 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий</p> <p>Специализация №1 «Химическая технология органических соединений азота»</p> <p>Дисциплина «Химия энергонасыщенных соединений»</p>
<p>Билет №4</p>	
<p>1. Строение и свойства С- и N-нитроаминов.</p> <p>2. Нитроформ: физические свойства, получение и применение в синтезе ЭКС.</p> <p>3. Инжекторный вариант технологии жидких нитроэфиров.</p>	

8.4. Примеры вопросов для контроля освоения лабораторного практикума

В качестве итогового контроля выполнения лабораторного практикума по дисциплине «Химия энергонасыщенных соединений» учебным планом подготовки предусмотрен зачет. Итоговая оценка складывается из оценок результатов трех контрольных опросов (КО) по защите лабораторных работ (№№ 1-3)) и итоговой контрольной работы.

По итогам текущего контроля в семестре обучающийся суммарно может набрать 100 баллов:

Контроль	КО №1	КО №2	КО №3	КР	Σ
Баллы	20	20	20	40	100

Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

КО №1

1. Способы очистки твердых веществ
2. Способы очистки жидких веществ
3. Варианты сушки жидких и твердых соединений
4. Определение плотности жидких и твердых веществ
5. Способы контроля за ходом реакции
6. Определение температуры плавления и кипения полученных соединений
7. Экстракция, различные способы выделения веществ
8. Препаративная хроматография
9. Тонкослойная хроматография
10. Перекристаллизация, как способ очистки твердых веществ
11. Перегонка, как способ очистки жидких веществ
12. Ректификация, основные понятия
13. Перегонка под вакуумом. Аппаратурное оформление и особенности проведения
14. Охлаждающие смеси
15. Осушающие агенты
16. Нагревательные устройства
17. Коэффициент преломления, как способ идентификации и определения чистоты жидких соединений
18. Варианты выделения твердых веществ из реакционной среды
19. Сублимация. Особенности проведения и аппаратурное оформление.

КО №2

1. Какие классы органических соединений используются в качестве исходных продуктов при синтезе гем-динитроалканов.
2. Какие продукты образуются при взаимодействии нитроэтана с тетранитрометаном.
3. Какие классы органических соединений используются в качестве исходных продуктов при синтезе нитроалканов в лабораторных условиях.
4. Какая реакция может быть использована для качественного определения и разделения моонитросоединений.
5. Каков механизм реакции Анри.
6. Какие продукты образуются при гидролизе нитроалканов в разбавленной серной кислоте.
7. Какие нитрующие агенты могут образовываться в уксусно-ангидридных нитрующих смесях.
8. Какие продукты образуются при взаимодействии вторичных нитроалканов с азотистой кислотой.
9. Каков механизм реакции Михаэля.
10. Какие классы органических соединений используются в качестве исходных продуктов при получении оснований Манниха.
11. Какие продукты образуются при взаимодействии солей нитроалканов с газообразным хлором в воде.
12. Какими кислотно-основными свойствами обладают третичные нитроалканы.

13. Какие классы органических соединений используются в качестве исходных продуктов при синтезе 1,2-динитроалканов.
14. Какие продукты образуются при взаимодействии иодистого метила с нитроэтаном в присутствии оснований.
15. Каков механизм парофазного нитрования н-бутана.
16. Какие классы органических соединений используются при синтезе вторичных нитроалканов.
17. Какие реагенты необходимы для проведения реакции Манниха с нитроалканами.
18. Какие соединения образуются при взаимодействии нитрометана с формальдегидом в присутствии оснований.
19. Какие продукты образуются при взаимодействии гем-тринитроалканов с иодидом калия.
20. Каков механизм нитрования алканов разбавленной азотной кислотой.

КО №3

1. Какие нитрующие агенты следует использовать при нитровании первичных аминов.
2. Какой путь наиболее удобен для получения 1,2-ди(нитрамино)алканов.
3. Какие продукты образуются при гидролизе нитраминов в разбавленной серной кислоте.
4. Какие продукты образуются при взаимодействии моно и динитраминов с формальдегидом в присутствии основания.
5. Какие способы снижения основности аминогруппы используют при N-нитровании первичных аминов.
6. Какой нитрующий агент следует использовать для нитролиза 1,3,5-триметил-1,3,5-триазадициклогексана.
7. Какими кислотно-основными свойствами обладают нитрамины.
8. Какие продукты образуются при конденсации нитраминов с формальдегидом в присутствии серной кислоты.
9. Чем объясняется каталитическое влияние хлоридов при N-нитровании.
10. Какие нитрующие агенты могут использоваться для получения N,N-динитроаминов.
11. Что такое таутомерия алкилнитраминов.
12. Какие компоненты необходимы для проведения реакции Манниха с нитраминами.
13. Какие реагенты используют для получения первичных аминов в не кислых средах.
14. В каких условиях происходит нитрование оснований Манниха.
15. Какие продукты преимущественно образуются при восстановлении нитраминов.
16. Какой продукт образуется при присоединении метилнитрамина к метиловому эфиру акриловой кислоты.
17. Какие нитрующие агенты целесообразно использовать для получения вторичных нитраминов непосредственно из вторичных аминов.
18. Можно ли использовать нитрамиды в качестве нитрующих агентов.
19. Какие продукты образуются при действии хлора на водные растворы солей нитраминов.
20. Какие продукты образуются при взаимодействии метилендинитрамина с формальдегидом и метиламином.
21. Какие побочные продукты образуются при каталитическом нитровании сильноосновных вторичных аминов.
22. В каких условиях нитруются амиды карбоновых кислот.
23. Каков механизм кислотного гидролиза алифатических нитраминов в среде разбавленной серной кислоты.

24. По какому атому преимущественно происходит алкилирование серебряных солей нитраминов.
25. Какие нитрующие агенты целесообразно использовать при нитролизе третичных аминов.
26. Какие методы удаления защитных групп при получении нитраминов используют на практике.
27. Какие продукты образуются при термическом разложении первичных нитраминов.
28. Какой продукт образуется при взаимодействии пикрилхлорида с калиевой солью метилнитрамина.

Примерный перечень вопросов для итоговой контрольной работы

Вариант 1.

1. Какие нитрующие агенты используются при нитровании алканов.
2. Механизм N-нитрования на примере ацетамида.
3. Механизм реакции Коновалова на примере n-пропана.
4. Какова роль концентрации серной кислоты при нитровании спиртов.
5. Какова роль низкой температуры при синтезе нитромочевина.

Вариант 2.

1. Природа нитрующего агента в уксусно-ангидридных нитрующих смесях.
2. Что такое «окислительное» нитрование.
3. Проведите сравнение механизмов N-и C-нитрования.
4. Какие реагенты пригодны для проведения щелочного нитрования.
5. Меры предосторожности при проведении реакции нитрования.

Вариант 3.

1. Какие нитрующие агенты используются при синтезе нитроспиртов.
2. Природа и роль катализатора при нитровании сильноосновных аминов.
3. Особенности проведения деструктивного нитрования.
4. Приведите доказательства обратимости O-нитрования.
5. Роль концентрации серной кислоты при синтезе нитромочевина.

Вариант 4.

1. Условия проведения реакции нитрования солями нитрония (примеры).
2. Механизм нитрования ароматических соединений на примере толуола.
3. Особенно нитрования третичных аминов на примере уротропина.
4. Приведите пример щелочного нитрования.
5. Роль серной кислоты в синтезе нитромочевина из ее азотнокислой соли.

Вариант 5.

1. Расположите в ряд безопасности основные нитрующие смеси и обоснуйте.
2. Механизм O-нитрования.
3. Условия проведения газозофазного нитрования бутана.
4. Какова природа нитрующего агента в серно-азотных кислотных смесях.
5. Оборудование для проведения реакции нитрования в лаборатории.

Вариант 6.

1. Какие нитрующие системы можно использовать при нитровании СН-кислот.

2. Что такое нитролиз.
3. Как можно доказать обратимость N-нитрования.
4. Особенности нитрования алкенов.
5. Строение азотного ангидрида в различных средах.

Оценочный материал к КР.

Вопрос	1	2	3	4	5	Σ
балл	8	8	8	8	8	40

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

Основная:

1. Жилин В.Ф., Збарский В.Л., Юдин Н.В. Малочувствительные взрывчатые вещества: учеб. пособие. М.: РХТУ, 2008. –170с (базовый учебник).
2. Шарнин Г.П., Фаляхов И.Ф., Юсупова Л.М., Ларионова О.А. Химия энергоемких соединений. Книга 2. N-, O-нитросоединения, фуроксаны, фуразаны, азиды, диазосоединения [Электронный ресурс]: учебное пособие Казань : КНИТУ, 2011. – 376 с. –**Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/73486>**.
3. Травень, В.Ф. Органическая химия. В 3 т. Т. 3 [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Ф. Травень. – Электрон. дан. – Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. – 391 с. **Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84110>**.
4. Травень, В. Ф. Органическая химия: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Химическая технология и биотехнология" и химико-технологическим направлениям подготовки дипломированных специалистов: учебник для вузов: В 2-х т / В. Ф. Травень. - М. : Академкнига. Т.2. 2004. – 587 с.
5. Орлова Е.Ю. Химическая технология бризантных взрывчатых веществ. Учебник для ВУЗов. Изд. Л.: Химия, 1981. – 311с (базовый учебник).

Дополнительная:

1. Жилин В.Ф., Орлова Е.Ю. и др. Руководство к лабораторному практикуму по синтезу нитросоединений. РХТУ им. Менделеева. М., 2007. – 238 с.
2. Фойер Г. Химия нитро- и нитрозогрупп. М.: Мир, т.1, 1972. – 536с.
3. Фойер Г. Химия нитро- и нитрозогрупп. М.: Мир, т.2, 1973. – 299с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Известия Академии наук. Серия химическая ISSN 0002-3353.
2. Боеприпасы и спецхимия ISSN 1995-154X.
3. Кинетика и катализ ISSN 0453-8811.
4. Журнал органической химии ISSN 0514-7492.
5. Journal of the American Chemical Society ISSN 0002-7863 (print), 1520-5126 (online).
6. Tetrahedron ISSN 0040-4020 (online).
7. European Journal of Organic Chemistry ISSN 1434-193X (print), 1099-0690 (online).
8. Asian Journal of Organic Chemistry ISSN 2193-5807 (online).
9. Propellants, Explosives, Pyrotechnics ISSN 1521-4087 (online).
10. Journal of Energetic Material ISSN: 0737-0652 (print), ISSN: 1545-8822 (online).
11. Central European Journal of Energetic Materials. ISSN 1733-7178 (print), ISSN 2353-1843 (online)

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлен банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины и банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины.

Для проведения лабораторных занятий используются оборудование, экспериментальные установки, компьютеры и программное обеспечение кафедры ХТОСА.

В случае проведения занятий с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий используются следующие образовательные технологии и средства освоения дисциплины:

- электронная информационно-образовательная среда РХТУ им. Д.И. Менделеева – Режим доступа <https://eios.muctr.ru/> (дата обращения: 16.06.2022);

- платформа для проведения on-line конференций и вебинаров ZOOM – Режим доступа <https://zoom.us/> (дата обращения: 16.06.2022);

- файлообменная система Google Drive – Режим доступа <https://drive.google.com/> (дата обращения: 16.06.2022);

- система обмена текстовыми сообщениями для мобильных и иных платформ с поддержкой голосовой и видеосвязи WhatsApp;

- электронная почта преподавателей и студентов.

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: 03.06.2022).

– 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> (дата обращения: 03.06.2022).

– 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: 03.06.2022).

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: 03.06.2022).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 03.06.2022).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 03.06.2022).

10. 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 30.06.2022 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Химия энергонасыщенных соединений» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Для проведения лабораторного практикума используется оборудование, приборы и экспериментальные установки кафедры:

- вытяжные шкафы, химические столы, лабораторная посуда, защитные маски, сушильный шкаф КВС-100-250, весы аналитические лабораторные со встроенной калибровкой, весы технические ВЛТЭ-250, весы электронные SCOUTS C-2020, аквадистиллятор ДЭ-4-2М, установки для титрования, термостаты, верхнеприводные мешалки САТ R14, морозильная камера «Стинол», холодильник «Саратов» 125, приборы для определения температуры плавления, колбонагреватели, бани электрические, пластины для тонкослойной хроматографии (Сорбфил), УФ-спектрометр ПЭ-6100УФ, ИК спектрометр Avatar-360 FTIR, газо-жидкостной хромато-масс-спектрометр Trace 1310/ISQ, жидкостной хромато-масс-спектрометр Ultimate 3000/Fleet LT.

11.2. 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.

11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: раздаточный материал к лекциям и лабораторным работам.

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

11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии	Примечание
1	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	3	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 10. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.
2	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none">• Word• Excel• Power Point• Outlook• OneNote• Access• Publisher• InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	3	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.
3	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	6	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное /вспомогательное ПО)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Основные принципы.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные принципы выбора новых энергонасыщенных материалов и создания технологических процессов их производства; – теоретические основы процессов нитрования и выбора аппаратного оформления процессов получения энергонасыщенных материалов. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – обеспечивать безопасные условия работы с энергонасыщенными материалами. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – современной информацией по производству энергонасыщенных соединений в России и за рубежом. 	<p>Оценка за контрольную работу; оценка за контрольный опрос; оценка за экзамен.</p>
<p>Раздел 2. Нитроалканы и нитроалкены</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные принципы выбора новых энергонасыщенных материалов и создания технологических процессов их производства; – основные источники сырья для получения энергонасыщенных соединений, методы их получения и требования к исходным продуктам; – теоретические основы процессов нитрования и выбора аппаратного оформления процессов получения энергонасыщенных материалов. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – прогнозировать перспективные пути синтеза энергонасыщенных соединений с заданными свойствами; – обеспечивать безопасные условия работы с энергонасыщенными материалами. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – практическими навыками получения энергонасыщенных материалов в лабораторных условиях и способами 	<p>Оценка за контрольную работу; оценка за контрольный опрос; оценка за экзамен.</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>обеспечения безопасности экспериментатора и окружающих;</p> <ul style="list-style-type: none"> – практическими навыками синтеза некоторых энергоемких представителей. 	
<p>Раздел 3. Кислородсодержащие нитросоединения</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные принципы выбора новых энергонасыщенных материалов и создания технологических процессов их производства; – основные источники сырья для получения энергонасыщенных соединений, методы их получения и требования к исходным продуктам; – теоретические основы процессов нитрования и выбора аппаратного оформления процессов получения энергонасыщенных материалов. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – прогнозировать перспективные пути синтеза энергонасыщенных соединений с заданными свойствами; – обеспечивать безопасные условия работы с энергонасыщенными материалами. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – практическими навыками получения энергонасыщенных материалов в лабораторных условиях и способами обеспечения безопасности экспериментатора и окружающих; – современной информацией по производству энергонасыщенных соединений в России и за рубежом; – навыками изучения и обобщения информации в области химии энергонасыщенных материалов. 	<p>Оценка за контрольную работу; оценка за контрольный опрос; оценка за экзамен.</p>
<p>Раздел 4. Нитроамины</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные принципы выбора новых энергонасыщенных материалов и создания технологических процессов их производства; – основные источники сырья для получения энергонасыщенных соединений, методы их получения и требования к исходным продуктам; – теоретические основы процессов 	<p>Оценка за контрольную работу; оценка за контрольный опрос; оценка за экзамен.</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>нитрования и выбора аппаратурного оформления процессов получения энергонасыщенных материалов.</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – прогнозировать перспективные пути синтеза энергонасыщенных соединений с заданными свойствами; – обеспечивать безопасные условия работы с энергонасыщенными материалами. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – практическими навыками получения энергонасыщенных материалов в лабораторных условиях и способами обеспечения безопасности экспериментатора и окружающих; – современной информацией по производству энергонасыщенных соединений в России и за рубежом; – навыками изучения и обобщения информации в области химии энергонасыщенных материалов. 	
<p>Раздел 5 Азиды</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные принципы выбора новых энергонасыщенных материалов и создания технологических процессов их производства; – основные источники сырья для получения энергонасыщенных соединений, методы их получения и требования к исходным продуктам. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – прогнозировать перспективные пути синтеза энергонасыщенных соединений с заданными свойствами; – обеспечивать безопасные условия работы с энергонасыщенными материалами. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – практическими навыками получения энергонасыщенных материалов в лабораторных условиях и способами обеспечения безопасности экспериментатора и окружающих; – современной информацией по 	<p>Оценка за контрольную работу; оценка за экзамен.</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>производству энергонасыщенных соединений в России и за рубежом;</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками изучения и обобщения информации в области химии энергонасыщенных материалов. 	
<p>Раздел 6 Дифторамины</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные принципы выбора новых энергонасыщенных материалов и создания технологических процессов их производства; – основные источники сырья для получения энергонасыщенных соединений, методы их получения и требования к исходным продуктам. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – прогнозировать перспективные пути синтеза энергонасыщенных соединений с заданными свойствами; – обеспечивать безопасные условия работы с энергонасыщенными материалами. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – практическими навыками получения энергонасыщенных материалов в лабораторных условиях и способами обеспечения безопасности экспериментатора и окружающих; – современной информацией по производству энергонасыщенных соединений в России и за рубежом; – навыками изучения и обобщения информации в области химии энергонасыщенных материалов. 	<p>Оценка за контрольную работу; оценка за экзамен.</p>
<p>Раздел 7 О-нитросоединения (нитроэфиры)</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные принципы выбора новых энергонасыщенных материалов и создания технологических процессов их производства; – основные источники сырья для получения энергонасыщенных соединений, методы их получения и требования к исходным продуктам; – теоретические основы процессов нитрования и выбора аппаратурного оформления процессов получения 	<p>Оценка за контрольную работу; оценка за контрольный опрос; оценка за экзамен.</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>энергонасыщенных материалов.</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – прогнозировать перспективные пути синтеза энергонасыщенных соединений с заданными свойствами; – обеспечивать безопасные условия работы с энергонасыщенными материалами. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – практическими навыками получения энергонасыщенных материалов в лабораторных условиях и способами обеспечения безопасности экспериментатора и окружающих; – современной информацией по производству энергонасыщенных соединений в России и за рубежом; – навыками изучения и обобщения информации в области химии энергонасыщенных материалов. 	

13. 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 – программ бакалавриата, программ специалитета, программ 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;

- 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
«Химия энергонасыщенных соединений»
основной образовательной программы

18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Химическая технология органических соединений азота»

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.
• 5.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

