

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. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева

\_\_\_\_\_ И.В. Воротынцев

«25» \_\_\_\_\_ мая 2022 г.

**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ – ПРОГРАММА МАГИСТРАТУРЫ**

**по направлению подготовки  
18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической  
технологии, нефтехимии и биотехнологии**

(Код и наименование направления подготовки)

**Магистерская программа:  
Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии**

(Наименование магистерской программы)

форма обучения:

**очная**

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация: **Магистр**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«25» мая 2022 г.,  
Протокол № 16

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

Москва 2022

Разработчики основной образовательной программы (ООП) магистратуры:

К.т.н., доцент      А.А. Свитцов      \_\_\_\_\_  
(подпись)

ООП магистратуры рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
«мембранной технологии» протокол №5 от «9» марта 2022 г..  
(название кафедры)

Заведующий кафедрой мембранной технологии  
Д.т.н., профессор      Г.Г. Каграманов      \_\_\_\_\_  
(подпись)

Согласовано:  
начальник Учебного управления      \_\_\_\_\_ В.С. Мирошников  
(подпись)

ООП магистратуры рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета  
«Цифровых технологий и химического инжиниринга» протокол №5 от «29» марта 2022 г.

Согласовано:  
Генеральный директор «\_\_\_\_\_» ООО Группа «\_\_\_\_\_»  
(должность согласующего лица)      (наименование организации)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.      \_\_\_\_\_ Д.И. Давыдов  
(подпись)      (И.О. Фамилия)

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**1.1 Основная профессиональная образовательная программа высшего образования – программа подготовки магистров (далее – программа магистратуры, ООП магистратуры), реализуемая федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, магистерская программа «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии», представляет собой комплекс основных характеристик образования и организационно-педагогических условий, который представлен в виде учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ дисциплин (модулей), оценочных и методических материалов, рабочей программы воспитания, календарного плана воспитательной работы, форм аттестации.**

**1.2 Нормативные документы для разработки программы магистратуры по направлению подготовки составляют:**

– Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

– Приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 909 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (далее – ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии);

– Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;

– Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 Н.

– 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: 09.03.2022);

– Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 885/390 «О практической подготовке обучающихся» [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link\\_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/](http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/) (дата обращения: 09.03.2022);

– Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 протокол № 9, введенное в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local\\_doc/Положение\\_ЭОиДОТ.pdf](https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение_ЭОиДОТ.pdf) (дата

обращения: 09.03.2022);

– Положение о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.11.2020, протокол № 4, введено в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.11.2020 № 117 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local\\_doc/Положение%20о%20практической%20подготовке.pdf](https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение%20о%20практической%20подготовке.pdf) (дата обращения: 09.03.2022);

При освоении дисциплин и практик 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: 09.03.2022);

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 09.03.2022);

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 09.03.2022).

### **1.3 Общая характеристика программы магистратуры**

**Целью программы магистратуры** является создание для обучающихся условий для приобретения необходимого для осуществления профессиональной деятельности уровня знаний, умений, навыков, опыта деятельности и подготовки к защите выпускной квалификационной работы.

Получение образования по образовательной программе высшего образования – программе магистратуры допускается только в образовательной организации высшего образования и научной организации (далее – организация).

Обучение по образовательной программе высшего образования – программе магистратуры в образовательной организации осуществляется в очной форме обучения. Объем программы магистратуры составляет 120 зачетных единиц (далее – з.е.) вне зависимости от формы обучения, применяемых образовательных технологий, реализации программы магистратуры с использованием сетевой формы, реализация программы магистратуры по индивидуальному учебному плану.

Объем программы магистратуры, реализуемых за один учебный год, составляет не более 70 з.е. вне зависимости от формы обучения, применяемых образовательных технологий, реализации программы магистратуры с использованием сетевой формы, реализации программы магистратуры по индивидуальному учебному плану (за исключением ускоренного обучения), а при ускоренном обучении – не более 80 з.е.

Срок получения образования по программе магистратуры (вне зависимости от применяемых образовательных технологий):

в очной форме обучения, включая каникулы, предоставляемые после прохождения итоговой аттестации, составляет 2 года.

При реализации программы магистратуры Организация вправе применять электронное обучение, дистанционные образовательные технологии.

Реализация программы магистратуры с применением исключительно электронного обучения, дистанционных образовательных технологий не допускается.

Электронное обучение, дистанционные образовательные технологии, применяемые при обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее – инвалиды и лица с ОВЗ), должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация программы магистратуры осуществляется Организацией как самостоятельно, так и посредством сетевой формы.

Образовательная деятельность по программе магистратуры осуществляется на государственном языке Российской Федерации, если иное не определено локальным нормативным актом организации.

Структура программы магистратуры:

Программа магистратуры состоит из следующих блоков:

- Блок 1 «Дисциплины (модули)»
- Блок 2 «Практика»
- Блок 3 «Государственная итоговая аттестация»

### Структура программы магистратуры

Структура программы магистратуры		Объем программы магистратуры и ее блоков в з.е.
Блок 1	Дисциплины (модули)	Не менее 51
Блок 2	Практика	Не менее 25
Блок 3	Государственная итоговая аттестация	Не менее 6
Объем программы магистратуры		120

В Блок 2 «Практика» входят учебная и производственная практик (далее вместе - практики).

Типы учебной практики: научно – исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы).

Типы производственной практики: научно-исследовательская работа.

Организацией установлен дополнительный тип производственной практики: преддипломная.

В Блок 3 «Государственная итоговая аттестация» входит выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

При разработке программы магистратуры обучающимся обеспечивается возможность освоения элективных дисциплин (модулей) и факультативных дисциплин (модулей).

Факультативные дисциплины (модули) не включаются в объем программы магистратуры.

В рамках программы магистратуры выделяются обязательная часть и часть, формируемая участникам образовательных отношений.

К обязательной части программы магистратуры относятся дисциплины (модели) и практики, обеспечивающие формирование общепрофессиональных компетенций, предусмотренных ФГОС ВО.

Дисциплины (модули) и практики, обеспечивающие формирование универсальных компетенций, определяемых ФГОС ВО, а также профессиональных компетенций, определяемых организацией самостоятельно, могут включаться в обязательную часть программы магистратуры и (или) в часть, формируемую участниками образовательных отношений.

Объем обязательной части без учета объема государственной итоговой аттестации должен составлять не менее 20 процентов общего объема программы магистратуры.

Организация должна предоставлять инвалидам и лицам с ОВЗ (по их заявлению) возможность обучения по программе магистратуры, учитывающей особенности их психофизического развития, индивидуальных возможностей и при необходимости, обеспечивающей коррекцию нарушений развития и социальную адаптацию указанных лиц.

#### **1.4 Требования к поступающему**

Требования к поступающему определяются федеральным законодательством в области образования, в том числе Порядком приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам магистратуры на соответствующий учебный год.

## **2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ, ОСВОИВШИХ ПРОГРАММУ МАГИСТРАТУРЫ**

2.1 Область профессиональной деятельности и сфера профессиональной деятельности выпускников, освоивших ООП магистратуры, включает:

40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность в других областях профессиональной деятельности и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

2.2 Типы задач и задачи профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники в рамках освоения ООП магистратуры:

- научно-исследовательский.

2.3 Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших ООП магистратуры, или областью (областями) знания являются:

процессы и аппараты химической технологии, нефтехимии и биотехнологии; промышленные установки, включая системы автоматизированного управления; системы автоматизированного проектирования; автоматизированные системы научных исследований; сооружения очистки сточных вод и газовых выбросов, переработки отходов, утилизации теплоэнергетических потоков и вторичных материалов; методы и средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от антропогенного воздействия; системы искусственного интеллекта в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии; действующие многоассортиментные производства химической и смежных отраслей промышленности..

## **3 СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ**

Содержание и организация образовательного процесса при реализации ООП высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии нефтехимии и биотехнологии** регламентируется:

- учебным планом;
- календарным учебным графиком;
- рабочими программами дисциплин (модулей);
- рабочими программами практик;
- программой государственной итоговой аттестации;
- фондами оценочных средств;
- методическими указаниями по соответствующей ООП;

### **3.1 Учебный план**

Учебный план ООП магистратуры включает перечень дисциплин (модулей), практик, аттестационных испытаний промежуточной и государственной итоговой аттестации обучающихся, других видов учебной деятельности с указанием их объема в зачетных единицах, последовательности и распределения по периодам обучения; выделяется объем контактной работы обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и самостоятельной работы обучающихся в академических (астрономических) часах. Для каждой дисциплины (модуля) и практики указывается форма промежуточной аттестации обучающихся.

Учебный план представлен в приложении.

### **3.2 Календарный учебный график**

Последовательность реализации программы магистратуры по годам и семестрам (включая теоретическое обучение, практики, промежуточные и государственную итоговую аттестации, каникулы) приводится в календарном учебном графике.

Календарный учебный график представлен в приложении.

### **3.3 Рабочие программы дисциплин (модулей)**

В ООП магистратуры в приложении представлены все рабочие программы дисциплин (модулей).

### **3.4 Рабочие программы практик**

ООП магистратуры предусматривает достаточный для формирования, закрепления и развития практических навыков и компетенций объем практики. Практика представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся. Практика закрепляет знания и умения, приобретаемые обучающимися в результате освоения теоретических курсов, вырабатывает практические навыки и способствует комплексному формированию универсальных, общепрофессиональных, профессиональных компетенций обучающихся. Программы практик приведены в приложении.

При реализации ООП магистратуры предусматриваются следующие виды практик:

–учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы);

–производственная практика: научно-исследовательская работа.

**3.4.1 Учебная практика: научно-исследовательская работа** (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

Тип практики: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы).

Задачей практики является формирование умений в постановке целей и задач научного исследования; приобретение обучающимися навыков работы с научно-технической литературой, в том числе и патентной, включая подбор, анализ и формулировку выводов, по теме исследования; получение знаний и навыков по методике постановке эксперимента в области материаловедения; формирование умений в области представления, обработки и оформления, полученных в ходе эксперимента результатов.

Практика осуществляется в РХТУ им. Д.И. Менделеева и (или) на предприятиях, с которыми заключены договоры о практической подготовке.

**3.4.2 Производственная практика: научно-исследовательская работа**

Тип практики: научно-исследовательская работа.

Задачей практики является систематизация результатов и составление отчета о результатах научно-исследовательской работы; публичная защита результатов научно-исследовательской работы и публикация результатов в научных изданиях.

Практика осуществляется в РХТУ им. Д.И. Менделеева и (или) на предприятиях, с которыми заключены договоры о практической подготовке.

### **3.5 Программа государственной итоговой аттестации (ГИА)**

Программа государственной итоговой аттестации является приложением к ООП магистратуры.

В государственную итоговую аттестацию входит выполнение и защита выпускной квалификационной работы (указывается в соответствии с ФГОС ВО).

### **3.6 Фонд оценочных средств (ФОС)**

ФОС создается в соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их учебных достижений поэтапным требованиям соответствующей ООП магистратуры для проведения текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ФОС является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися ООП, входит в состав ООП магистратуры.

ФОС – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям ООП магистратуры, рабочих программ дисциплин (модулей) и практик.

ФОС сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- валидности: объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- надежности: использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- объективности: разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

ФОС по дисциплинам, практикам, ГИА приведены в приложении.

Инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья (по их заявлению) предоставляется возможность обучения по ООП магистратуры, учитывающей особенности их психофизического развития, индивидуальных возможностей и, при необходимости, обеспечивающей коррекцию нарушений развития и социальную адаптацию.



#### 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ

Совокупный ожидаемый результат образования по завершении освоения ООП магистратуры определяется приобретаемыми выпускником компетенциями, т.е. его способностями применять знания, умения, навыки и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

В результате освоения ООП магистратуры у выпускника должны быть сформированы универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Выпускник, освоивший ООП, должен обладать следующими компетенциями.

##### 4.1 Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации; УК-1.2 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке; УК-1.3 Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач;
Разработка и реализация проектов	УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Знает теоретические основы и основные принципы управления проектами; УК-2.2 Умеет организовать реализацию и обеспечить контроль за ходом выполнения проекта; УК-2.3 Владеет навыками управления инновационными проектами в производственной сфере.
Командная работа и лидерство	УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1 Знает социально-психологические аспекты управления в организации; УК-3.2 Умеет вырабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели в решении профессиональных задач; УК-3.3 Владеет навыками конструктивного взаимодействия в команде, рефлексии своего поведения и лидерскими качествами.
Коммуникация	УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых)	УК-4.1 Знает методы и технологии коммуникации для академического и профессионального взаимодействия на государственном и иностранном языках; УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и

	языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные; УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.).
Межкультурное взаимодействие	УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1 Знает аспекты проявления межкультурных и лингвокультурных конфликтов; УК-5.2 Умеет адекватно выстраивать стратегию успешного взаимодействия с людьми различного социального и культурного происхождения; УК-5.3 Владеет навыками создания недискриминационной межкультурной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач.
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Знает сущность проблем организации, самоорганизации и развития личности, ее поведения в коллективе в условиях профессиональной деятельности; УК-6.2 Умеет анализировать проблемные ситуации на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, использовать методы диагностики коллектива и самодиагностики, самопознания, саморегуляции и самовоспитания; УК-6.3 Владеет социально-психологическими методами и технологиями развития личности, выстраивания и реализации траектории саморазвития, самосовершенствования.

#### 4.2 Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Научные исследования и разработки	ОПК-1. Способен организовывать самостоятельную и	ОПК-1.1 Знает методологические основы научного знания, теоретические и эмпирические методы исследования;

	коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок	ОПК-1.2. Умеет формулировать задачи научного исследования, использовать научно обоснованные методы их решения и представлять результаты научного исследования; ОПК-1.3. Владеет приёмами разработки планов и программ проведения научных исследований и технических разработок;
Профессиональная методология	ОПК-2 Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты	ОПК-2.1 Знает принципы работы основных приборов в инструментальных методах исследования; ОПК-2.2 Умеет организовывать проведение экспериментов и испытаний; ОПК-2.3 Владеет способами обработки полученных результатов и их использования в научном исследовании.
Инженерная и технологическая подготовка	ОПК-3 Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку	ОПК-3.1 Знает технологические основы организации современных производств соответствующего профиля; ОПК-3.2 Умеет контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку; ОПК-3.3 Владеет навыками моделирования и оптимизации инновационных химико-технологических процессов соответствующего профиля

### 4.3 Профессиональные компетенции выпускников 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
<b>Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский</b>				
<p>Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации</p>	<p>- Химическое, химико-технологическое производство</p> <p>- Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>	<p>ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их</p>	<p>ПК-1.1. Знает современные методы, используемые при проведении научных исследований в области реализации принципов энерго- и ресурсосбережения и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы</p> <p>ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности</p> <p>ПК-1.3. Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским</p>

			подготовки научно-технических отчетов	разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по	- Химическое, химико-технологическое производство  - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной направленности и методики анализа явлений и процессов ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями,

<p>разработке технологической документации</p>	<p>конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>		<p>для проведения научно-исследовательских работ ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации</p>	<p>объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)</p>
--	---	--	--	--

<p>Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации</p>	<p>- Химическое, химико-технологическое производство</p> <p>- Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>	<p>ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения</p>	<p>ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и рационального использования ресурсов в своей профессиональной деятельности</p> <p>ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов</p> <p>ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция</p>
--	---	---	--	---

					С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)
--	--	--	--	--	---

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения по направлению 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии профиль Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии**

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
<b>Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский</b>				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса	- Химическое, химико-технологическое производство  - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения	ПК 4- Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	<b>ПК-4.1</b> Знает научные основы построения моделей и организации процессов современных химических производств	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.
			<b>ПК-4.2</b> Умеет решать задачи оптимизации процессов химической технологии	
			<b>ПК-4.3</b>	



работ по разработке технологической документации	научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).		Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов и моделирования процессов в области профессиональной деятельности.	Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских	ПК – 5 Способен на основе научных исследований разрабатывать и внедрять технологические решения в области профессиональной деятельность	<p><b>ПК-5.1</b> знает научные и технико-экономические аспекты энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии</p> <p><b>ПК-5.2</b> умеет на основе научных исследований создавать теоретические модели технологических процессов, позволяющих прогнозировать</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства</p>

	<p>работ в области химического и химико-технологического производства).</p>		<p>технологические параметры и разрабатывать новые технические и технологические решения</p>	<p>труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /02.6. Управление результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (уровень квалификации – 6)</p>
			<p><b>ПК-5.3</b> владеет методологией и методикой анализа, синтеза и оптимизации процессов в области профессиональной деятельности</p>	

## 5 АННОТАЦИИ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН, ПРАКТИК И ГИА

### 5.1 Дисциплины обязательной части

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Социология и психология профессиональной деятельности»

**1 Цель дисциплины** – формирование социально ответственной личности, способной осуществлять анализ проблемных ситуаций, вырабатывать конструктивную стратегию действий, организовывать и руководить работой коллектива, в том числе в процессе межкультурного взаимодействия, рефлексировать свое поведение, выстраивать и реализовывать стратегию профессионального развития.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3,*

*Знать:*

- сущность проблем организации и самоорганизации личности, поведения в коллективе в условиях профессиональной деятельности;
- методы самоорганизации и развития личности, выработки целеполагания и мотивационных установок, развития коммуникативных способностей и профессионального поведения в группе;
- конфликтологические аспекты управления в организации;
- методики изучения социально-психологических явлений в сфере управления и самоуправления личности, группы, организации.

*Уметь:*

- планировать и решать задачи личностного и профессионального развития не только своего, но и членов коллектива;
- анализировать проблемные ситуации на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, использовать методы диагностики коллектива и самодиагностики, самопознания, саморегуляции и самовоспитания;
- устанавливать с коллегами отношения на конструктивном уровне общения;
- вырабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели в решении профессиональных задач.

*Владеть:*

- социально-психологическими технологиями самоорганизации и развития личности, выстраивания и реализации траектории саморазвития;
- теоретическими и практическими навыками предупреждения и разрешения внутриличностных, групповых и межкультурных конфликтов;
- способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию;
- способностями к конструктивному общению в команде, рефлексии своего поведения и лидерскими качествами.

#### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Общество и личность: новые условия и факторы профессионального развития личности*

1. Современное общество в условиях глобализации и информатизации. Основные этапы развития психологии
2. Общее понятие о личности.
3. Социальные и психологические технологии самоорганизации и саморазвития личности.
4. Когнитивные процессы личности.
5. Функциональные состояния человека в труде. Стресс и его профилактика.
6. Психология профессиональной деятельности.

*Раздел 2. Познавательные процессы*

1. Основные этапы развития субъекта труда.
2. Трудовая мотивация и удовлетворенность трудом.
3. Целеполагание и планирование в профессиональной деятельности.

4. Профессиональная коммуникация.
5. Психология конфликта.
6. Трудовой коллектив. Психология совместного труда.
7. Психология управления.

#### 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34,0</b>	<b>25,5</b>
Лекции	0,44	16,0	12,0
Практические занятия (ПЗ)	0,50	18,0	13,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,06</b>	<b>38,0</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,8	28,35
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Деловой иностранный язык»

**1. Цель дисциплины** — приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет использовать иностранный язык как в профессиональной деятельности в сфере делового общения, так и для целей самообразования, а также выполнять различные виды профессионально ориентированного перевода в производственной и научной деятельности.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3

*Знать:*

– основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели;

– русские эквиваленты основных слов и выражений профессиональной речи;

– основные приемы и методы реферирования и аннотирования литературы по специальности;

– пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами;

– приемы работы с оригинальной литературой по специальности.

*Уметь:*

– вести деловую переписку на изучаемом языке;

– работать с оригинальной литературой по специальности;

– работать со словарем;

– вести речевую деятельность применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации.

*Владеть:*

– иностранным языком на уровне делового и профессионального общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи;

– формами деловой переписки, навыками подготовки текстовых документов в управленческой деятельности;

– основной иноязычной терминологией специальности;

– основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.

**3. Краткое содержание дисциплины**

## **Раздел 1. Грамматические аспекты делового общения на иностранном языке.**

1.1 Грамматические трудности изучаемого языка: Видовременные формы глагола в действительном залоге. (в письменной и устной речи в сфере делового общения.)

1.2 Особенности употребления страдательного залога в устной речи в ситуациях бизнес общения. Инфинитив. Образование и употребление инфинитивных оборотов в деловой корреспонденции.

1.3 Основы деловой корреспонденции. Деловое письмо. Требования к деловому письму. Способы расположения текста в деловом письме.

1.4 Практика устной речи по теме «Речевой этикет делового общения» (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия).

## **Раздел 2. Чтение, перевод и особенности специальной бизнес литературы.**

2.1 Лексические особенности деловой документации. Терминология бизнес литературы на изучаемом языке.

2.2 Стилистические и лексические особенности языка делового общения. Активный и пассивный тематический словарный запас.

2.3 Грамматические трудности изучаемого языка. Особенности употребления неличных форм глагола в деловой документации на английском языке (причастия, причастные обороты, герундий).

2.4 Изучающее чтение текстов в сфере делового общения.

Организация работы со специальными словарями. Понятие о реферировании текстов по специальности.

## **Раздел 3. Профессиональная коммуникация в сфере делового общения.**

3.1 Практика устной речи по темам: «Проведение деловой встречи», «Заключение контракта». Устный обмен информацией: Устные контакты в ситуациях делового общения.

3.2 Изучающее чтение специальных текстов. Приемы работы со словарем. Составление рефератов и аннотаций.

3.3 Ознакомительное чтение по тематике: «В банке. Финансы»; «Деловые письма»; «Устройство на работу». Формы делового письма. Понятие деловой корреспонденции. Приемы работы с Интернетом и электронной почтой в процессе делового общения.

3.4 Презентация научного материала и разговорная практика делового общения по темам: «Технологии будущего», «Бизнес проекты в сфере химии и химической технологии».

## **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>3,0</b>	<b>108,0</b>	<b>81,0</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>34,0</b>	<b>25,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,9	34,0	25,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,1</b>	<b>38,0</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,1	-	<b>0,00</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		38,0	<b>28,50</b>
<b>Виды контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36,0</b>	<b>27,0</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Моделирование технологических и природных систем»

**1 Цель дисциплины** – получение студентами знаний в области математического моделирования и оптимизации химико-технологических систем с применением современных систем компьютерной математики, в частности MATLAB и пакетов моделирующих программ, в частности CHEMCAD, а также приобретение ими практических навыков разработки компьютерных моделей химико-технологических процессов (ХТП) с одновременным решением задач структурной и параметрической идентификации и задач анализа, оптимизации и синтеза химико-технологических систем (ХТС).

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3; УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3*

*Знать:*

- физико-химические и химико-технологические закономерности протекания процессов изменения агрегатного состояния паро(газо)-жидкостных систем, реакторных процессов и основных процессов разделения химической технологии;

- методы и алгоритмы компьютерного моделирования основных процессов химической технологии и технологических схем химических производств;

- принципы применения методологии компьютерного моделирования химико-технологических процессов при автоматизированном проектировании и компьютерном управлении химическими производствами.

*Уметь:*

- решать задачи компьютерного моделирования процессов паро(газо)-жидкостных равновесий, абсорбции, дистилляции, ректификации и жидкостной экстракции;

- применять полученные знания при решении практических задач компьютерного моделирования основных процессов химической технологии и технологических схем химических производств.

*Владеть:*

- методами применения стандартных пакетов прикладных программ (ППП) и пакетов моделирующих программ (ПМП) для моделирования основных процессов химической технологии и технологических схем химических производств.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### **Введение.**

Компьютерное и математическое моделирование технологических систем. Стохастические и детерминированные модели. Статические и динамические модели. Принципы решения прямых и обратных задач моделирования. Параметры (коэффициенты) моделей и их неопределенность. Структурная и параметрическая идентификация. Анализ параметрической чувствительности. Исследование поведения технологических систем с применением адекватных моделей.

#### **Раздел 1. Принципы моделирования технологических систем.**

*Тема 1.1.* Иерархическая структура технологических систем, физико-химические, технологические и вычислительные аспекты решения задач компьютерного моделирования. Химико-технологические системы и их иерархическая структура. Понятия математического описания, моделирующего алгоритма и расчетного модуля процесса и явления. Принципы разработки алгоритмов математического моделирования. Применение блочного принципа системного анализа при математическом моделировании процессов и явлений. Анализ технологической схемы химико-технологического процесса как виртуального производства.

*Тема 1.2.* Применение пакетов прикладных программ (ППП) и пакетов моделирующих программ (ПМП) для анализа, оптимизации и синтеза химико-технологических систем. Структура ППП и ПМП и их отличия. Функциональные возможности ППП и ПМП. Основные отечественные и зарубежные ППП и ПМП. Применение ППП и ПМП для компьютерного моделирования технологических систем. Исходные данные для выполнения расчетов и расчетных исследований. Возможности интеграции ППП и ПМП.

## **Раздел 2. Моделирование реакторных процессов.**

*Тема 2.1.* Математические модели гомогенных и гетерогенных реакций. Кинетические зависимости для гомогенных и гетерогенных реакций. Закон действующих масс для одновременно протекающих реакций. Обоснование выбора дробных показателей степеней концентраций (парциальных давлений) компонентов в уравнениях скоростей стадий последовательных и параллельных реакций. Уравнения Аррениуса и Ленгмюра-Хиншельвуда, структурная и параметрическая идентификация параметров этих уравнений. Применение ППП и ПМП для комплексного решения задач структурного и параметрической идентификации коэффициентов кинетических зависимостей.

*Тема 2.2.* Моделирование процессов в трубчатых реакторах. Стандартные модули ППП и ПМП для моделирования изотермических, адиабатических и политропических реакторов. Учет влияния режимов движения теплоносителей (прямоток и противоток) при моделировании процессов в реакторе. Алгоритмы решения задачи Коши и краевой задачи. Особенности алгоритмов при решении «жестких» задач.

*Тема 2.3.* Моделирование процессов в реакторах с мешалкой. Стандартные модули ППП и ПМП для моделирования изотермических, адиабатических и политропических реакторов. Алгоритмы решения систем нелинейных уравнений при моделировании стационарных процессов – метод Ньютона и декомпозиционный метод. Особенности алгоритмов при решении «плохо обусловленных» задач.

## **Раздел 3. Моделирование парожидкостных равновесий.**

*Тема 3.1.* Моделирование фазовых равновесий в многокомпонентных системах жидкость-пар (ПЖР). Понятие азеотропизма и азеотропной точки. Основные типы систем уравнений математического описания фазового равновесия жидкость-пар в многокомпонентных системах: а) основанные на использовании уравнений состояния и б) с учетом неидеальности жидкой фазы с применением коэффициентов активности компонентов смеси. Способы учета неидеальности паровой фазы. Варианты алгоритмов расчета равновесного состава с учетом и без учета неидеальности паровой фазы. Декомпозиционные алгоритмы вычислений. Решение прямых и обратных задач при моделировании фазового равновесия жидкость-пар.

*Тема 3.2.* Моделирование фазовых равновесий в многокомпонентных системах жидкость-жидкость (ЖЖР). Понятия: бинодалей, коннод и критических точек растворимости. Специфические особенности описания фазового равновесия в бинарной и многокомпонентной системах. Решение прямых и обратных задач при моделировании фазового равновесия жидкость-жидкость.

*Тема 3.3.* Моделирование фазовых равновесий в многокомпонентных системах жидкость-жидкость-пар (ПЖЖР). Математическое описание трехфазного равновесия жидкость-жидкость-пар. Анализ числа степеней свободы системы уравнений математического описания. Разработка декомпозиционного алгоритма расчета процесса. Специфические особенности определения гетероазеотропизма. Решение прямых и обратных задач при моделировании фазового равновесия жидкость-жидкость-пар.

## **Раздел 4. Моделирование процессов равновесного испарения и многокомпонентной массопередачи в процессах разделения парожидкостных систем.**

*Тема 4.1.* Моделирование процесса многокомпонентного испарения жидкость-пар в сепараторах непрерывного действия. Математическое описание процесса дистилляции в многокомпонентном испарителе жидкость-пар. Алгоритм расчета и реализация алгоритма с использованием возможностей ПМП для решения задачи. Графическая иллюстрация решения задачи на примере бинарных систем.

*Тема 4.2.* Моделирование процессов многокомпонентного расслаивания и равновесного испарения жидкость-жидкость-пар в декантаторах и сепараторах непрерывного действия. Математическое описание процесса расслаивания в многокомпонентном испарителе жидкость-жидкость. Алгоритм расчета и реализация алгоритма с использованием возможностей ПМП. Графическая иллюстрация решения задачи на примере бинарных систем. Математическое описание процесса дистилляции в многокомпонентном испарителе жидкость-жидкость-пар. Алгоритм расчета и реализация алгоритма с использованием возможностей ПМП для решения задачи. Графическая иллюстрация решения задачи на примере бинарных систем.

*Тема 4.3.* Моделирование процесса многокомпонентной массопередачи на ступенях разделения колонн непрерывной ректификации. Математическое описание процесса многокомпонентной ректификации на тарелке колонны с учетом допущения об идеальном перемешивании жидкости и идеальном вытеснении паровой фазы. Матрица коэффициентов многокомпонентной массопередачи. Пренебрежение перекрестными эффектами матрицы. Аналитическое решение системы уравнений математического описания. Применение возможностей ПМП для решения задачи.

**Раздел 5. Моделирование процессов абсорбции, ректификации и жидкостной экстракции в колонных аппаратах.**

*Тема 5.1.* Моделирование стационарного процесса непрерывной ректификации в тарельчатой и насадочной колонне. Математическое описание процесса многокомпонентной массопередачи. Разработка алгоритма решения, основанного ВР-методе декомпозиции. Решение системы уравнений для коррекции составов жидких фаз методов трехдиагональной матрицы. Применение возможностей ПМП для решения задачи.

*Тема 5.2.* Моделирование стационарного процесса непрерывной абсорбции в насадочной колонне. Математическое описание процесса многокомпонентной абсорбции. Разработка алгоритма решения, основанного на описании движения фаз моделью идеального вытеснения. Применение возможностей ПМП для решения задачи.

*Тема 5.3.* Моделирование стационарного процесса непрерывной жидкостной экстракции в тарельчатой колонне. Математическое описание процесса многокомпонентной экстракции. Ограничения на выбор модели фазового равновесия при описании равновесия жидкость-жидкость. Разработка алгоритма решения, основанного на описании движения фаз моделью идеального смешения. Применение возможностей ПМП для решения задачи.

*Тема 5.4.* Совместное моделирование процессов в технологических схемах химических производств. Понятие виртуального производства. Итерационный расчет технологических схем в каскаде аппаратов с заданными требованиями к качеству продукции и рециклическими материальными и тепловыми потоками с применением ПМП. Алгоритмы расчета: простых итераций, Вегстейна и главных собственных значений. Выбор корректирующих и демпфирующих параметров итерационных алгоритмов расчета технологических схем химико-технологических процессов.

**Заключение.** Модели и моделирование в системах искусственного интеллекта и экспертных системах. Применение компьютерных моделей технологических систем при автоматизированном проектировании (САПР) и в автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУТП). Статические и динамические модели - основной элемент тренажеров для обучения работе операторов, управляющих технологическими процессами.

**4 Объем учебной дисциплины:**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>	<b>25,5</b>
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18	13,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,06</b>	<b>74</b>	<b>55,5</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,06	74	55,5
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		



## Аннотация рабочей программы дисциплины «Информационные технологии в НИОКР»

**1 Цель дисциплины** – получение студентами современных знаний о возможностях применения систем компьютерной математики (СКМ), в частности пакета MATLAB, для обработки и описания массивов экспериментальных данных численными методами вычислительной математики с целью построения научных гипотез и математических моделей процессов и явлений в химии и химической технологии.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*УК-1.1; УК-4.2; УК-4.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3*

*Знать:*

- принципы работы информационных систем и систем компьютерной математики, наиболее распространенных при проведении научных исследований в химии и химической технологии;
- численные методы вычислительной математики, оптимизации, корреляционного и регрессионного анализа, используемые в научных исследованиях в химии и химической технологии;
- основные приемы применения численных методов вычислительной математики оптимизации, корреляционного и регрессионного анализа, для обработки данных научных исследований, в том числе с применением пакета MATLAB.

*Уметь:*

- корректно сформулировать задачу математической обработки результатов научных исследований;
- выбрать численный метод, а также метод оптимизации, корреляционного и регрессионного анализа для обработки и математического описания результатов научных исследований;
- с применением пакета MATLAB реализовать вычислительные методы обработки и описания результатов научных исследований на компьютере.

*Владеть:*

- знаниями о современных информационных системах и пакетах программ, используемых в научных исследованиях в химии и химической технологии;
- навыками работы с пакетом MATLAB для решения задач обработки и описания результатов научных исследований.
- методами обработки данных научных исследований с применением методов оптимизации
- методами описания экспериментальных данных с применением методов линейной и нелинейной регрессии

**3 Краткое содержание дисциплины**

**Раздел 1. Основные информационные технологии и системы компьютерной математики (СКМ), используемые при научных исследованиях в химической технологии.**

Принципы и методология применения информационных технологий (ИТ) и систем компьютерной математики (СКМ) при проведении научных исследований в химии и химической технологии. Основные задачи предметной области – химия и химическая технология, решаемые с применением ИТ и СКМ. Языки программирования в СКМ, их особенности, применение решателей для реализации численных методов вычислительной математики.

Пакеты MathCad, MATLAB и Maple, их достоинства и недостатки. Характеристика пакета MATLAB. М-язык программирования и интерпретация (табличная и графическая) результатов научных исследований с его применением. Основные направления применения пакета MATLAB в химии и химической технологии – в автоматизированных лабораторных исследовательских системах (АЛИС), системах автоматизированного проектирования (САПР) и автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУТП).

**Раздел 2. Методы вычислительной математики для построения моделей стационарных и нестационарных процессов химической технологии.**

Применение решателей MATLAB (fzero, fsolve, ode) для реализации численных методов решения систем линейных и нелинейных уравнений, а также систем дифференциальных уравнений при построении компьютерных моделей процессов с сосредоточенными и распределенными по

пространству и времени параметрам. Построение моделей стационарных и нестационарных процессов на примере реакторов идеального смешения и вытеснения.

### **Раздел 3. Методы оптимизации для обработки данных научных исследований и определения наилучших условий протекания процессов.**

Применение решателей MATLAB (fminbnd, fminsearch, fmincon) для реализации численных методов решения оптимизационных задач химической технологии: определении параметров математических моделей и оптимизации процессов химической технологии.

Определение коэффициентов теплопередачи для теплообменников типа:

смешение- смешение, смешение-вытеснение, вытеснение-вытеснение (прямоток), вытеснение-вытеснение (противоток) по массиву опытных данных. Выбор квадратичного критерия рассогласования опытных данных и результатов расчетов.

Нахождение оптимального времени пребывания и температуры в непрерывном реакторе с мешалкой, а также оптимального времени проведения реакции в периодическом реакторе с последовательными реакциями.

### **Раздел 4. Методы линейной и нелинейной регрессии для описания экспериментальных данных.**

Применение методов корреляционного и регрессионного анализа при обработке данных одно- и многофакторных экспериментов. Принципы построения статистических эмпирических моделей. Методы линейной, линеаризованной и нелинейной регрессии при определении параметров моделей. Применение решателей lsqcurvefit и fminsearch для определения параметров нелинейной модели в случае однофакторного эксперимента. Применение решателя linsolve для определения параметров линейных и линеаризованных моделей для случая многофакторного эксперимента. Реализация метода Брандона и его модификации при построении эмпирических моделей по данным многофакторного эксперимента.

#### **4 Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>	<b>25,5</b>
Лекции	0,47	17	12,75
Лабораторные работы (ЛР)	0,47	17	12,75
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,06</b>	<b>74</b>	<b>55,5</b>
Контактная самостоятельная работа	2,06	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		73,6	55,2
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Управление наукоёмкими проектами»**

**1. Цель дисциплины** – получение студентами базовых знаний в области основных направлений и методики организации и управления проектами ресурсосберегающих экологически безопасных технологий, оборудования, процессов химико-технологических систем наукоёмких производств.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3, УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3.

*Знать:*

- методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации;
- теоретические основы и основные принципы управления проектами;
- социально-психологические аспекты управления в организации;

- сущность проблем организации, самоорганизации и развития личности, ее поведения в коллективе в условиях профессиональной деятельности;
- методологические основы научного знания, теоретические и эмпирические методы исследования;
- принципы работы основных приборов в инструментальных методах исследования;
- технологические основы организации современных производств соответствующего профиля

#### *Уметь:*

- определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке;
- организовать реализацию и обеспечить контроль за ходом выполнения проекта;
- выработать командную стратегию для достижения поставленной цели в решении профессиональных задач;
- анализировать проблемные ситуации на основе системного подхода, выработать стратегию действий, использовать методы диагностики коллектива и самодиагностики, самопознания, саморегуляции и самовоспитания;
- формулировать задачи научного исследования, использовать научно обоснованные методы их решения и представлять результаты научного исследования;
- организовывать проведение экспериментов и испытаний;
- контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку;

#### *Владеть:*

- способами планирования работы для решения поставленных задач;
- навыками управления инновационными проектами в производственной сфере;
- навыками конструктивного взаимодействия в команде, рефлексии своего поведения и лидерскими качествами;
- социально-психологическими методами и технологиями развития личности, выстраивания и реализации траектории саморазвития, самосовершенствования;
- приёмами разработки планов и программ проведения научных исследований и технических разработок;
- способами обработки полученных результатов и их использования в научном исследовании;
- навыками моделирования и оптимизации инновационных химико-технологических процессов соответствующего профиля

### **3. Краткое содержание дисциплины.**

**Введение.** Цели и задачи курса. Проектный подход как способ ведения бизнеса. Проект и проектирование. Основные понятия, определения и терминология. Проектный менеджмент.

#### **Основные характеристики проекта**

Классификация программ и проектов. Проект как бизнес-процесс. Цели и исходные данные проекта. Классификация и характеристики ресурсов проекта. Задачи научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в процессе разработки современных ресурсосберегающих наукоемких химико-технологических систем.

#### **Нормативные документы проектирования**

Цели и задачи использования проектной документации. Стандартизация процесса проектирования. Проектирование в химических отраслях (постановление 87, исходные данные на проектирование). Государственное стимулирование научно-технического развития.

#### **Жизненный цикл и структура проекта**

Жизненный цикл проекта. Разделение проекта по фазам. Участники проекта. Команда проекта. Структуризация проекта. Построение иерархической структуры работ. Проектная документация объектов химических отраслей промышленности. Химическая технология как основа проекта в нефтегазохимическом комплексе. Технологический регламент. Проектирование основных и обеспечивающих процессов объектов.

## Общие принципы управления проектом

Функциональные области управления проектами. Управление содержанием проекта; временем проекта; стоимостью проекта; качеством проекта; материальными ресурсами проекта; персоналом проекта; информацией и коммуникациями проекта. Информационные ресурсы проектирования. Формы представления информационных ресурсов. Автоматизация проектирования.

## Системный анализ как основа управления проектом

Химико-технологическая система. Функциональная и элементарная декомпозиция. Подсистемы и процессы как объекты управления. Оптимизация проектных решений. Классификация бизнес-процессов проектирования химико-технологических систем. Структурная модель бизнес-процесса проектирования. Организация анализа эффективности процесса проектирования и качества проекта. Критерии эффективности и ограничения. Взаимосвязь экономических критериев и организационно-технологических показателей проекта

## Предпроектирование и рабочее проектирование

Цель, исходные данные и ресурсы этапов проектирования объектов химической технологии. Методическое обеспечение проектирования. Методика управления. Обеспечивающие и вспомогательные бизнес-процессы как объекты организационно-технических проектов НГХК

## Проектный менеджмент в нефтегазохимическом комплексе

Показатели и ресурсы проектного менеджмента. Инициация проекта. Планирование проекта. Разработка сетевых моделей. Ресурсное планирование проекта. Бюджетирование проекта. Документирование плана проекта. Организационные уровни управления проектами.

## Реализация проектных решений

Исполнение проекта. Контроль исполнения проекта. Мониторинг фактического выполнения работ. Корректирующие действия. Управление изменениями проекта. Завершение проекта.

## 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>	<b>25,5</b>
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18	13,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,06</b>	<b>74</b>	<b>55,5</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,06	74	55,5
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>		<b>Экзамен</b>	

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Дополнительные главы математики»

**1. Цель дисциплины** - получение представлений об актуальных проблемах использования статистических методов в химии и химической технологии, а также практическая реализация основных подходов к анализу данных с использованием вероятностно-статистических методов.

### **2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-2.2, ОПК-2.3.

*Знать:*

- основные приёмы и методы обработки статистической информации: расчёт выборочных характеристик случайных величин, использование статистических гипотез для переноса результатов выборочного обследования на генеральную совокупность;
- методы регрессионного и корреляционного анализа;
- основы дисперсионного анализа;
- методы анализа многомерных данных;
- базовую терминологию, относящуюся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития методов обработки экспериментальных данных;

*Уметь:*

- анализировать и критически оценивать современные научные достижения в области своих научных исследований;
- использовать полученные знания для решения профессиональных и социальных задач.

*Владеть:*

- базовой терминологией, относящейся к статистической обработке экспериментальных данных;
- практическими навыками обработки статистической информации с использованием информационных технологий;
- методологией современных научных исследований, критической оценкой полученных результатов, творческим анализом возникающих новых проблем в области химии и химической технологии.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Основы математической статистики**

Основные статистические методы анализа экспериментальных данных. Типы измерительных шкал. Применение информационных технологий для обработки результатов эксперимента. Предварительная обработка результатов эксперимента: построение эмпирической функции распределения, гистограммы, кумуляты. Получение статистических оценок распределения выборки. Свойства оценок. Точечные оценки. Интервальные оценки параметров распределения. Проверка статистических гипотез. Основные понятия. Схема проверки гипотез. Проверка гипотез о равенстве дисперсий, о равенстве математических ожиданий. Проверка гипотезы о виде закона распределения по критерию  $\chi^2$ - Пирсона. Проверка гипотез непараметрическими методами: критерий Манна-Уитни и критерий Вилкоксона. Вычисление выборочного коэффициента корреляции Пирсона. Ранговые коэффициенты корреляции Спирмена и Кендалла. Оценка значимости коэффициентов корреляции.

#### **Раздел 2. Статистические методы анализа данных**

Дисперсионный анализ: понятие дисперсионного анализа, основные определения. Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ. Регрессионный анализ. Линейная регрессия от одного параметра. Оценка значимости коэффициентов уравнения регрессии и его адекватности. Нелинейная регрессия.

#### **Раздел 3. Статистическая обработка многомерных данных**

Понятие о методах анализа многомерных данных. Назначение и классификация многомерных методов. Основы корреляционного и ковариационного анализа. Многомерный регрессионный анализ. Методы снижения размерности: метод главных компонент и факторный анализ. Основные понятия и предположения факторного анализа. Общий алгоритм. Основные этапы факторного анализа. Основные методы классификации. Дискриминантный анализ. Основные понятия и предположения дискриминантного анализа. Дискриминантный анализ как метод классификации объектов. Кластерный анализ. Общая характеристика методов кластерного анализа. Меры сходства. Иерархический кластерный анализ. Метод k-средних. Критерии качества классификации. Перспективы развития статистических методов обработки экспериментальных данных.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>	<b>38</b>
Лекции	0,45	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,97	35	26
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,58</b>	<b>57</b>	<b>43</b>
Контактная самостоятельная работа	1,58	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		56,6	42,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

#### 5.2 Дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений (обязательные вариативные дисциплины)

##### Аннотация рабочей программы дисциплины «Теоретические основы процессов массообмена»

**1. Цель дисциплины** - формирование у обучающихся профессиональных компетенций, целостного восприятия, существенного расширения и систематизации знаний в области теоретических основ массообменных процессов химической технологии, позволяющих выпускникам осуществлять научно-исследовательскую и профессиональную деятельность.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

Обладать следующими универсальными компетенциями и индикаторами их достижения:

**УК-1** - УК-1.2; УК-1.3.

Обладать следующими профессиональными компетенциями и индикаторами их достижения:

**ПК-1** - ПК-1.2; ПК-1.3.

**ПК-2** - ПК-2.1.

**ПК-3** - ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.

**Знать:**

– физическую сущность массообменных процессов и их применение при разделении гомогенных смесей в различных областях химической технологии;

– основные кинетические закономерности процессов переноса массы в системах газ-жидкость и твердое-жидкость;

– основные математические модели массопереноса, в том числе осложнённого гетерогенными и гомогенными химическими реакциями.

**Уметь:**

– использовать основные кинетические закономерности массопереноса при анализе процессов разделения гомогенных смесей;

– анализировать влияние на скорость массообменных процессов внешних факторов (давления, температуры, концентрации компонентов);

– составлять математические модели массопереноса на базе дифференциальных уравнений сохранения массы с советующими граничными условиями.

**Владеть**

– методологией расчёта скорости массообменных процессов в системах газ (пар)-жидкость, твердое-жидкость.

### 3. Краткое содержание дисциплины.

#### Раздел 1. Уравнения переноса массы. Применение уравнения неразрывности для решения диффузионных задач.

##### 1. Уравнения переноса массы.

Уравнения переноса массы. Гипотеза сплошности. Локальные скорости перемещения компонентов смеси. Плотности потоков массы.

##### 2. Практическое применение уравнения неразрывности.

Уравнение неразрывности (сплошности) для многокомпонентной смеси. Применение уравнения неразрывности для решения диффузионных задач.

#### Раздел 2. Кинетика массообмена в системах жидкость (газ) - твердая фаза и газ(пар) - жидкость

##### 2.1. Массообмен, сопровождаемый химической реакцией.

Абсорбция, сопровождаемая химической реакцией. Диффузия и гетерогенная химическая реакция на поверхности катализатора. Плотность потока массы как скорость процесса.

##### 2.2. Массообмен в гетерогенных системах.

Массообмен в системе Ж-Т, Г(П)-Ж на примере растворения твердого вещества в ламинарно стекающей пленке жидкости и абсорбции газа. Вычисление коэффициентов массоотдачи.

#### Раздел 3. Базовые модели массопереноса. Применение для основных массообменных процессов химической технологии

##### 3.1. Базовые модели массопереноса.

Модели массопереноса. Накладываемые ограничения. Пленочная, пенетрационная модели диффузионного пограничного слоя. Развитие моделей. Модификация Данквертса к теории проникания Хигби.

##### 3.2. Расчет основных массообменных процессов на основании базовых моделей.

Обобщенное решение модели диффузного пограничного слоя. Диффузионные критерии подобия. Средний коэффициент массоотдачи.

#### Раздел 4. Материальные балансы в интегральной форме. Расчёт колонных массообменных аппаратов

##### 4.1. Материальные балансы.

Выбор границ системы. Ограничения на потоки и составы. Стационарный и нестационарный процессы. Число степеней свободы при составлении материальных балансов.

##### 4.2. Расчет колонных массообменных аппаратов.

Методы расчёта колонных массообменных аппаратов. Основные допущения. Система уравнений материального баланса и уравнения рабочих линий. Выражение для числа единиц переноса для различных случаев взаимного расположения рабочей и равновесной линии. Связь локальной эффективности по Мерффри с числом единиц переноса для различных случаев структуры потоков фаз.

#### 4. Объем учебной дисциплины.

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,36</b>	<b>85</b>	<b>63,75</b>
Лекции	0,472	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,944	34	25,5
Лабораторные работы (ЛР)	0,944	34	25,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,64</b>	<b>95</b>	<b>71,25</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,64	95	71,25
<b>Виды контроля:</b>			

<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Гетерогенный катализ и промышленные каталитические процессы»**

**1. Цель дисциплины** – формирование у обучающихся профессиональных компетенций, целостного восприятия, существенного расширения и систематизации знаний в области теоретических основ гетерогенного катализа, научных основ синтеза катализаторов, построения моделей промышленных каталитических реакторов и реакторных узлов, расчёта и оптимизации энерго-ресурсосберегающих режимов эксплуатации, позволяющим выпускникам осуществлять научно-исследовательскую и профессиональную деятельность.

#### **2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:  
УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3.

*Знать:*

- основы современных теорий гетерогенного катализа, компонентно ориентироваться в основных направлениях гетерогенного катализа и способах производства катализаторов;
- основные отечественные и мировые достижения в области гетерогенного катализа;
- физико-химические закономерности современных каталитических явлений и их природу;
- методы приготовления катализаторов, области их практического применения;
- методы математического моделирования для описания и анализа каталитических процессов, в том числе, в масштабе промышленных реакторов;
- основные типы и конструкции аппаратов, технологию и общие принципы осуществления каталитических процессов.

*Уметь:*

- применять методы математического моделирования для описания и анализа каталитических процессов, в том числе, в масштабе промышленных реакторов;
- самостоятельно ставить задачи физико-химических исследований катализаторов, выбирать обоснованные решения и методы при синтезе гетерогенных катализаторов;
- самостоятельно выполнять научно-исследовательскую работу и добиваться научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям.

*Владеть:*

- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области гетерогенного катализа с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;
- методами расчёта кинетических параметров и математического моделирования для описания и анализа каталитических процессов;
- способностью и готовностью к анализу физико-химических закономерностей современных каталитических явлений;
- приёмами управления реологическими и структурно-механическими свойствами катализаторных пластических масс, позволяющих осуществлять их эффективную грануляцию.

#### **3. Краткое содержание дисциплины:**

##### **Раздел 1. Кинетика каталитических реакций. Процесс в зерне катализатора.**

1.1. Катализ – определение, история развития, сущность катализа, классификация. Определение Г.К. Борескова. Примеры каталитических реакций. Роль катализа в современной промышленности.



1.2. Стадии каталитического процесса. Примеры важнейших каталитических процессов. Тенденции в развитии катализа.

1.3. Примеры важнейших каталитических процессов. Тенденции в развитии катализа.

1.4. Классификация каталитических процессов. Стадии гетерогенно-каталитической реакции. Стационарный и квазистационарный режимы катализатора. Основные понятия каталитической реакции: элементарная стадия, механизм, маршрут, стехиометрическое число, брутто-реакция, скорость превращения и скорость реакции, порядок реакции, кинетическая модель. Закон действующих поверхностей.

1.5. Ленгмюровская кинетика каталитических реакций, протекающих по ударному и ассоциативному механизмам, с диссоциативной и ассоциативной адсорбцией, вывод и анализ. Многомаршрутные реакции, базис маршрутов и его определение, вывод и анализ кинетических моделей.

Деактивация катализаторов □ причины (старение, отравление примесями и компонентами реакции). Активность катализатора - способы ее представления (мера активности). Измерение активности катализатора.

1.6. Процесс на непористом зерне катализатора □ обоснование и построение модели, наблюдаемая скорость превращения и её анализ (режимы процесса, влияние условий протекания процесса). Число и устойчивость стационарных режимов на непористом катализаторе при протекании экзо- и эндотермических реакций, их значение в практике.

Структура пористого зерна катализатора, обоснование и использование квазигомогенной модели процесса. Взаимодействие диффузионных явлений с химической реакцией. Лимитирующая стадия, способы интенсификации процесса на промышленном зерне катализатора.

1.7. Структура пористого зерна катализатора, обоснование и использование квазигомогенной модели процесса. Взаимодействие диффузионных явлений с химической реакцией. Лимитирующая стадия, способы интенсификации процесса на промышленном зерне катализатора.

Процесс в пористом зерне катализатора в форме пластинки и шара - построение моделей, их решение. Модуль Тиле □ Зельдовича, наблюдаемая скорость превращения и степень использования внутренней поверхности (эффективность процесса), режимы процесса (кинетический, внутридиффузионный и переходный). Сопоставление показателей процессов в зернах различной геометрической формы. Анализ процессов при протекании реакций с различными кинетическими моделями, оценка эффективности процесса в диффузионной области. Влияние температуры и поверхностной концентрации на эффективность процесса, наблюдаемые энергия активации и порядок реакции. Влияние внутридиффузионного переноса на селективность процесса. Разогрев катализатора.

## **Раздел 2. Каталитический процесс в реакторе.**

2.1. Типы и классификация каталитических реакторов. Реакторы для гетерогенно-каталитических процессов. Структура слоя катализатора и каталитического процесса в нём. Анализ процесса в слое катализатора. Изотермический процесс в неподвижном слое катализатора. Обоснование и построение модели, профили концентраций (степени превращения) при протекании простой (необратимой, обратимой) и сложной реакции. Влияние условий протекания процесса (скорость потока реагентов, концентраций компонентов, температуры) на показатели процесса. Неизотермический процесс в неподвижном слое катализатора □ обоснование и построение моделей.

2.2. Адиабатический процесс, профили температур и концентраций, влияние условий протекания процесса на его показатели. Критические тепловые явления в гетерогенном процессе. Неоднозначность и гистерезис стационарных режимов. Процесс с теплообменом (в трубчатом реакторе), профили температур и концентраций для экзо- и эндотермических реакций. Влияние условий протекания процесса на его показатели. Особенность процесса – наличие "горячей точки", её роль при практическом осуществлении процесса.

2.3. Автотермический реактор □ описание процесса, профили температур и концентраций, неоднозначность режимов. Многослойные адиабатические реакторы, трубчатые реакторы, реакторы с зернистым и блочным катализатором, с движущимся и кипящим слоями, основные конструктивные решения, особенности процессов. Применение в химических и других производствах.

### Раздел 3. Оптимизация каталитических процессов и реакторов. Основные промышленные каталитические процессы. Типы катализаторов, научные основы их приготовления.

3.1. Теоретический оптимальный режим для простых обратимых реакций. Оптимальные адиабатические реакторы с промежуточными теплообменниками и с подачей холодного сырья.

3.2. Научные основы управляемого синтеза катализаторов. Классификация катализаторов. Основные показатели качества катализаторов: активность, селективность, термостабильность, механическая прочность, пористая структура, гидравлическое сопротивление и др. Реологические и структурно-механические свойства катализаторных пластических масс, позволяющих осуществлять их эффективную грануляцию; Текстуальные характеристики катализатора и их влияние на активность и селективность. Оптимизация геометрических размеров и форм катализаторов

3.3. Катализ в переработке природного газа. Получение синтез-газа. Получение метанола. Синтез Фишера-Тропша. Каталитические процессы глубокого и частичного гидрирования и окисления. Катализаторы гидрирования. Спилловер водорода. Гидрирование масел и гидрооблагораживание моторных топлив. Синтез аммиака. Катализаторы и реакторы глубокого и частичного окисления.

#### 4. Объем учебной дисциплины:

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1.42</b>	<b>51</b>	<b>38.25</b>
Лекции	0.47	17	12.75
Практические занятия (ПЗ)	0.94	34	25.5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1.58</b>	<b>57</b>	<b>42.75</b>
Контактная самостоятельная работа	1.58	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		57	42.75
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>Экзамен</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Техническое регулирование»

1. **Цель дисциплины-** получение студентами профессиональных знаний в области технического регулирования.

2. **В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.2; ПК-3.1; ПК-3.3

*Знать:*

- основы технического регулирования;
- перспективы технического развития и особенности деятельности организаций в законодательно регулируемой и законодательно нерегулируемой сфере;
- основные методы защиты производств, персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.
- законодательные и нормативно правовые акты, методические материалы по техническому регулированию;

*Уметь:*

- применять методы и принципы стандартизации при разработке стандартов и других нормативных документов;

- проводить подтверждение соответствия продукции, процессов и услуг предъявляемым требованиям;
- применять методы контроля и управления качеством;
- анализировать данные о качестве продукции и определять причины брака.
- использовать компьютерные технологии для планирования и проведения работ по техническому регулированию.

*Владеть:*

- навыками использования основных инструментов и правил технического регулирования и управления качеством;
- методами исследования причин брака в производстве, мероприятиями по его устранению;
- навыками разработки и оформления нормативно-технической документации;
- навыками использования нормативных документов по качеству, стандартизации и подтверждению соответствия;
- навыками составления заявок на оборудование и запасные части и подготовки технической документации на ремонт оборудования;
- навыками входного контроля сырья и материалов;
- навыками оформления результатов испытаний и принятия соответствующих решений.

### **3. Краткое содержание дисциплины:**

Модуль 1. Техническое регулирование и безопасность. Методы и средства технического регулирования

1.1 Законодательная и нормативная база технического регулирования. Цели, задачи и методы технического регулирования. Цели и задачи стандартизации.

1.2 Обеспечение национальной безопасности. Обеспечение энергетической эффективности и ресурсосбережения.

1.3 Федеральные законы: от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ "О техническом регулировании"; ФЗ РФ от 10.01. 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»; ФЗ РФ от 29.06. 2015 г. N 162-ФЗ "О стандартизации в Российской Федерации"; ФЗ от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

1.4 ГОСТ Р 55103-2012 Ресурсосбережение. Эффективное управление ресурсами. Основные положения. Базовая категории в сфере технического регулирования - безопасность.

1.5 Этапы технического регулирования в России и за рубежом. Технические регламенты и нормативно-технические документы, действующие в РФ. Цели принятия технических регламентов. Содержание и применение технических регламентов.

1.6 Безопасность и риски. Правила включения в стандарты аспектов безопасности. ГОСТ Р 51898-2002 Аспекты безопасности. Концепция безопасности. Достижение допустимого риска.

Модуль 2. Безопасное обращение продукции.

2.1 Опасная продукция и риск причинения вреда. Опасная продукция. Разнообразие химической продукции. Виды опасности. Показатели безопасности. Специфика химической продукции, производство и использование которой связано с существенными рисками возможного негативного воздействия на окружающую среду.

2.2 Этапы безопасного обращения химической продукции. Состояние системы безопасного обращения химической продукции в Российской Федерации. Европейский регламент REACH. Рекомендации ООН ST/SG/AC.10/30 «Согласованная на глобальном уровне система классификации опасности и маркировки химической продукции (СГС)».

2.3 Техническое регулирование безопасного обращения химической продукции. Идентификация химической продукции. Оценка опасности. Классификация опасности. Стандарты по классификации опасностей химической продукции Регистрация опасных веществ. Информирование об опасности: Паспорт безопасности, предупредительная маркировка. Подтверждение соответствия. Системы сертификации в России и в ЕС. Аккредитация. Лицензирование. Другие виды подтверждения соответствия.

2.4 Выбор форм и схем обязательного подтверждения соответствия. Нормативный документ Р 50.1.046-2003 Рекомендации по стандартизации. Рекомендации по выбору форм и схем обязательного подтверждения соответствия продукции при разработке технических регламентов.

2.5 НАССР - Анализ опасностей и критические контрольные точки. Анализ риска в рамках технического регулирования и гармонизации с ЕС. Директивы Нового подхода и Директива по общей безопасности продукции. Сравнительный анализ применяемых в международной практике подходов и практик оценки, мониторинга и управления рисками при обращении химических веществ/химической продукции. Наилучшие доступные технологии.

Общая методология оценки риска причинения вреда и основные модели анализа риска. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 Менеджмент риска. Методы оценки риска: количественные и качественные.

#### 4. Объем учебной дисциплины:

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,96</b>	<b>34</b>	<b>26</b>
Лекции	0,48	17	13
Практические занятия (ПЗ)	0,48	17	13
Лабораторные работы (ЛР)	0,67	24	18
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3,04</b>	<b>110</b>	<b>82</b>
Реферат	1	36	27
Контактная самостоятельная работа	2,04	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		73,6	54,7
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Автоматизированное управление химико-технологическими системами»

**1. Цель дисциплины** – приобретение теоретических и практических знаний в области построения современного автоматизированного управления химико-технологическими системами, овладение методами построения иерархического автоматизированного управления химико-технологическими системами на базе современных комплексов технических средств, приобретение навыков и умения анализировать свойства химико-технологических систем с позиции управления и практического применения технических средств управления.

#### 2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:  
ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3.

*Знать:*

- особенности химико-технологических процессов и систем;
- типовые проектные решения по системам автоматизации основных химико-технологических объектов;
- принципы построения комплексов технических средств автоматизированных систем управления;
- методы управления типовыми химико-технологическими системами.

*Уметь:*

- разрабатывать функциональные схемы автоматизированного управления типовыми химико-технологическими системами;

- выбирать технические средства для автоматизированного управления химико-технологическими системами;
- ставить и решать задачи оптимального управления типовыми химико-технологическими системами.

*Владеть:*

- методами построения функциональных схем автоматизированного управления типовыми химико-технологическими системами;
- методами настройки регуляторов, построенных на основе программируемых логических контроллеров;
- пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов и SCADA-системой TRACE MODE для разработки и обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте управления.

### **3. Краткое содержание дисциплины:**

#### **Раздел 1. Основные понятия автоматизированного управления химико-технологическими системами.**

Основные термины и определения. Иерархия управления: Особенности управления химико-технологическими системами. Основные принципы управления. Классификация систем управления. Структурные схемы системы автоматического управления. Качество процесса управления. Переходные процессы. Типовые переходные характеристики. Устойчивость. Показатели качества управления.

#### **Раздел 2. Системы автоматического и автоматизированного управления.**

Классификация химико-технологических систем как объектов управления. Основные свойства объектов управления. Методы определения свойств объектов управления. Основные законы регулирования. Регуляторы с прогнозирующей моделью. Регуляторы на основе искусственных нейронных сетей. Цифровые регуляторы на базе ПЛК. Цифровые и робастные системы управления. Определение оптимальных параметров настройки промышленных регуляторов. Методы выбора закона регулирования, исходя из свойств объекта регулирования и требований к качеству регулирования.

#### **Раздел 3. Основные сведения об автоматизированных системах управления химико-технологическими системами (АСУ ХТС).**

Назначение и основные функции АСУ ТП. Разновидности АСУ ТП. Режимы работы АСУ ТП. Вычислительные комплексы, применяемые в АСУ ТП. Обеспечение АСУ ТП: техническое, программное, математическое, информационное, метрологическое и т.д. Надёжность функционирования АСУ ТП. Взаимодействие оператора с техническими средствами АСУ ТП. Примеры систем автоматизированного управления в химической промышленности. АСУ ТП подготовка нефти, АСУ ТП в производстве минеральных удобрений, АСУ ТП в производстве азотной кислоты.

#### **Раздел 4. Основы проектирования АСУ ХТС.**

Динамические характеристики и особенности управления типовыми процессами и аппаратами химической технологии. Регулирование тепловых и массообменных процессов. Управление процессами в химическом реакторе. Технические средства систем автоматического управления. Современная реализация АСУ ТП. SCADA-системы Стадии проектирования систем управления. Оформление проектного задания на автоматизацию технологического процесса. Выбор точек измерения, контроля, управляемых параметров и управляющих воздействий. Стандарты и условные обозначения для технологических схем. Современные тенденции в развитии систем управления химико-технологическими процессами.

#### 4. Объем учебной дисциплины:

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>	<b>38</b>
Лекции	0,47	17	13
Практические занятия (ПЗ)	0,28	10	7
Лабораторные работы (ЛР)	0,67	24	18
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,58</b>	<b>57</b>	<b>43</b>
Контактная самостоятельная работа	1,58	56,6	42,7
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		0,4	0,3
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Элементы экономического анализа в химической инженерии»

**1. Цель дисциплины** – научить магистрантов теоретическим знаниям и практическим умениям и навыкам использования современных методов и подходов для оценки эффективности работы химического оборудования, необходимой при проектировании новых и модернизации действующих производств.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

Обладать следующими универсальными компетенциями и индикаторами их достижения:

**УК-1** - УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3.

Обладать следующими профессиональными компетенциями и индикаторами их достижения:

**ПК-3** – ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3.

*Знать:*

- основы применения техно-экономической оптимизации при разработке конструкций отдельного оборудования;
- приемы для создания оптимальных сочетаний различного оборудования непрерывных и периодических химических производств на основе экономических критериев;
- методы оценки стоимости проектирования новых химических производств;
- методологию разработки новых технологических схем химических производств, сопровождаемых анализом экономической эффективности;
- основные экономические показатели эффективности инвестиционных проектов химических производств.

*Уметь:*

- применять техно-экономический анализ для расчета и подбора оптимальных конструкций типового оборудования химических производств;
- применять экономические оценки в задачах проектирования установок и отдельных химических производств;
- рассчитывать стоимость оборудования в инвестиционных проектах на основе стоимостных индексов, учитывающих время выпуска продукции, ее производительность, размеры, мощность, материал и рабочие условия проведения процесса;
- проводить расчеты экономических показателей инвестиционных проектов химических производств.

*Владеть:*

- навыками использования элементов математического анализа для расчета оптимального варианта конструкции аппарата или сочетаний различного оборудования при компоновке

технологической схемы химического производства;

– практическими навыками использования современного программного обеспечения для техно-экономического расчета.

### **3. Краткое содержание дисциплины.**

#### **Раздел 1. Применение элементов математического анализа для техно-экономической оптимизации основного химического оборудования.**

Введение. Цели и задачи курса. Краткий очерк современных проблем, возникающих при разработке проекта химического производства. Место экономических оценок при проектировании.

1.1. Элементы математического анализа, применяемые при техно-экономической оптимизации. Одно-, дву- и многопараметрические задачи.

Технические параметры и экономические критерии

1.2. Однопараметрическая задача техно-экономического анализа. Примеры применения: расчет оптимальной производительности производства, расчет оптимального диаметра трубопровода, расчет толщины изоляции. Область применения.

1.3. Периодические и полунепрерывные процессы. Расчет оптимального времени работы периодического или полунепрерывного процесса. Критерии оптимизации для данных процессов.

1.4. Многопараметрическая оптимизация. Особенности применения для расчета оптимальной конструкции аппаратов, соответствующей минимуму стоимости;

1.5. Создание оптимального сочетания различного оборудования, соответствующего минимуму приведенных затрат.

#### **Раздел 2. Оценка стоимости проектных предложений по маркетинговым и производственным критериям.**

2.1. Задачи и основные направления проектирования химических производств. Исходная информация для проектирования. Основные этапы проектирования химических производств. Критерии для сравнения проектов по техническим, экономическим и другим параметрам

2.2. Оценка стоимости проектных предложений. Сравнение различных способов оценки с учетом их точности и затрат на процедуру оценки.

2.3. Определение стоимости проекта на основе стоимости оборудования химического производства. Коэффициенты, учитывающие время выпуска оборудования, его мощность, материалы для изготовления, условия эксплуатации на производстве.

#### **Раздел 3. Процедура создания новых технологических схем на базе техно-экономического подхода. Расчет затрат на новые производства на основе созданных технологических схем.**

3.1. Основные этапы создания новых технологических схем. Экономические оценки на каждом этапе. 1-й этап – принципиальная оценка возможности реализации конкретного инвестиционного проекта на основе оценки стоимости сырья и продуктов химической реакции.

3.2. Материальный и тепловой балансы. Подбор оборудования. Оценка стоимости инвестиционного проекта и расчет себестоимости продукции.

#### **Раздел 4. Применение элементов финансового анализа при проектировании нового производства.**

4.1. Экономические оценки при создании нового химического производства. Различные подходы к оценке эффективности проектов. Источники финансирования проектов. Стоимость проектов в настоящее время и в будущем.

4.2. Основные финансовые критерии эффективности проектов: чистое современное значение (NPV), метод дисконтированного периода окупаемости (DPB), внутренняя норма прибыльности (IRR). Сравнение финансовых методов оценки проектов, основанных на различных критериях экономической эффективности.

4.3. Неопределенность и риск при создании инвестиционного проекта. Основные виды рисков химического производства. Метод анализа чувствительности. Метод анализа сценариев. Оценка проектов на основании критериев эффективности с учетом рисков.

#### 4. Объем учебной дисциплины.

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1.42</b>	<b>51</b>	<b>38.25</b>
Лекции	0.47	17	12.75
Практические занятия (ПЗ)	0.94	34	25.5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3.58</b>	<b>129</b>	<b>96.75</b>
Контактная самостоятельная работа	3,58	128,6	96.45
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		0,4	0.3
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Правовые и конфликтологические основы бизнеса»

**1 Цель дисциплины** – подготовить специалиста, обладающего знаниями в области правового регулирования предпринимательской деятельности и организационно-правовых форм субъектов и их правового положения; обладающего знаниями о теоретических основах и практическими навыками предупреждения и урегулирования социальных конфликтов в организации и управлении бизнесом.

#### **2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*УК-1.1, УК-1.3, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3.*

*Знать:*

- теоретические и методологические основы правовых и конфликтологических аспектов управления бизнесом;
- иметь представление о надзорных и иных органах власти по вопросам государственного регулирования предпринимательской деятельности;
- социально-психологические и правовые критерии эффективности управления;
- основные методы анализа возникающих конфликтных ситуаций и конфликтов в организации;
- технологии предупреждения и разрешения конфликтных ситуаций;
- содержание изложенных в разделах теоретических и методологических концепций социально-психологических конфликтов и их разрешений.

*Уметь:*

- различать полномочия органов управления субъектами предпринимательской деятельности;
- определять условия и порядок привлечения к юридической ответственности предпринимателей;
- иметь представление о способах защиты прав предпринимателей;
- анализировать и интерпретировать возникающие конфликтные ситуации с правовой и социально-конфликтологической позиции;
- использовать освоенные правовые и конфликтологические технологии для предупреждения и решения конфликтных ситуаций в ходе управления бизнесом;
- оценивать практические возможности социально-психологических моделей конфликтов и их разрешений;

*Владеть:*

- понятийным аппаратом разделов;
- социологическими методами разрешения противоречий и принятия управленческих решений;
- способами выстраивания конструктивных отношений с контролирующими органами государства в сфере бизнеса.

#### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Правовое регулирование предпринимательской деятельности*



1. Предпринимательская деятельность как предмет правового регулирования
2. Субъекты предпринимательской деятельности
3. Правовой режим имущества субъектов предпринимательской деятельности
4. Государственное регулирование предпринимательской деятельности. Защита прав предпринимателей.

*Раздел 2. Конфликтологические основы бизнеса.*

1. Социальный конфликт и его основные характеристики.
2. Коммерческая организация и конфликты
3. Предупреждение и разрешение конфликтов в организации
4. Юридические конфликты в коммерческих организациях

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,4</b>	<b>51</b>	<b>38,25</b>
Лекции	0,47	17	12,74
Практические занятия (ПЗ)	<b>0,93</b>	<b>34</b>	<b>25,5</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,6</b>	<b>57</b>	<b>42,75</b>
Контактная самостоятельная работа	1,6	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		56,8	42,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

### 5.3 Дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплины по выбору)

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Мембранные процессы разделения в промышленности»

**1 Цель дисциплины** – получение студентами современных знаний о разработке на основе сопряжения мембранных и традиционных процессов технологий подготовки чистых и особо чистых технологических сред в различных отраслях промышленности, а также реализации систем очистки и концентрирования сточных вод и отходящих газовых с целью рекуперации ценных компонентов и утилизации вредных примесей.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3

*Знать:*

– Специфические требования к качеству очистки жидких и газовых смесей в различных отраслях промышленности и свободно оперировать полным перечнем современных нормативных требований (ГОСТы, ОСТы, Фармакопейные статьи, GMP и другие литературные источники);

– Особенности применения изученных ранее в дисциплине «Технология воды» и в данной дисциплине методологических приемов при разработке технологического расчета комплексных систем очистки жидких и газовых смесей;

– Технологические и конструктивные приемы, направленные на расширение пределов осуществления процессов очистки, с целью повышения качества очистки целевых продуктов и достижения высоких концентраций утилизируемых вредных примесей.

– Типы и конструктивные особенности современного основного и вспомогательного оборудования, применяемого на стадиях очистки;

– Метод технико-экономической оптимизации процессов с учетом вариантов энергообеспечения на основе традиционных и возобновляемых энергоресурсов;

– Типовые технологические схемы комплексных систем очистки жидких и газовых смесей, применяемых в различных отраслях промышленности.

*Уметь:*

– Нормативных требований к качеству продукта, обусловленных сферой применения, обосновать:

– Технологическую схему системы очистки;

– Выбор основного оборудования, качество его исполнения, а также выбор и фильтровальных материалов для каждой стадии очистки;

– Рассчитать габариты оборудования, объемы загрузок зернистых фильтровальных материалов, а также требуемое количество фильтрующих (объемных) или мембранных элементов;

– Подбор вспомогательного оборудования, трубопровод, арматуры, КиП и системы управления процессом очистки жидких и газовых смесей.

– Использовать методы исследования и определения параметров процессов разделения жидких и газовых смесей.

– Произвести расчет себестоимости очищенных жидких и газовых смесей на основании капитальных и эксплуатационных затрат.

*Владеть:*

– Экспериментальными методами исследования свойств мембран: дефектоскопии, характеристик пористости, задерживающей способности (селективности) и удельной производительности мембран.

– Методами технологического расчета и технико-экономического анализа отдельных процессов и комплексных систем очистки жидких и газовых смесей для различных отраслей промышленности.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Синтез технологических схем комплексных систем очистки (КСО) жидких и газовых смесей на основе мембранных процессов.**

Задача синтеза КСО, направленная на определение минимального потребления энергии системой и поиск оптимальных условий проведения составляющих систему отдельных процессов.

Ограничения, обусловленные широким спектром свойств примесей, при устранении двух типов неопределенностей- топологии, т.е. очередности отдельных процессов в системе очистки и конечных состояний потоков, которые реализуются на выходе из системы на основе информационно-термодинамического принципа системного анализа.

При заданных конечных состояниях потоков (нормативные требования соответствующих сфер применения - ГОСТы, ОСТы, Фармакопейные статьи, GMP и др.) задача синтеза КСО сводится к решению проблемы топологии.

Технико-экономические и экологические критерии – внешние управляющие параметры синтеза КСО, сопряженной с технологической и экологической «нишами».

Например, обеспечение продолжительного ресурса, обусловленного критерием надежности, требует знания пределов осуществления каждого отдельного процесса (ограничения характеристик разделения), рациональной их очередности, обусловленной природой и концентрациями извлекаемых компонентов.

Необходимость утилизации вредных примесей, обусловленная экологическим критерием «все должно куда-то деваться», требует обеспечения высоких степеней разделения смесей за счет большой доли отбора извлекаемого компонента с высокой степенью очистки от примесей. Реализация приведенного режима разделения базируется на основе секционирования аппаратов в соответствии с одним из вариантов (секция – ступень - каскад).

Последний фактор требует учета меняющихся (от аппарата к аппарату) технологических параметров при использовании метода технико-экономической оптимизации.

Во второй части дисциплины магистры изучают и анализируют особенности комплексных систем очистки жидких и газовых технологических сред, обусловленные конкретными сферами применения.

## **Раздел 2. Анализ вариантов комплексных систем подготовки чистых технологических сред на основе жидкофазных мембранных процессов**

Системы подготовки особо чистых технологических сред для медицины и фармацевтики:

Методы внепочечного очищения крови, основанные на применении мембранных процессов: диализ, пьезодиализ, ультрадиффузия, гемофилтрация (плазмоферез), гемодиафилтрация.

Особенности технологии и аппаратурного оформления. Аппарат искусственной почки.

Стационарные и мобильные системы водоподготовки, обеспечивающие качество воды в соответствии с ГОСТом «Вода для гемодиализа».

Системы очистки и концентрирования препаратов крови. Особенности технологии и аппаратурного оформления.

Системы очистки и концентрирования растворов кровезаменителей. Особенности технологии и аппаратурного оформления.

Системы подготовки, хранения и распределения «Воды очищенной» по ФС 2.2.0020.15 и «Воды для инъекций» по ФС 2.2.0019.15. Особенности технологии и аппаратурного оформления.

Системы подготовки, хранения и распределения деионизованной воды для микроэлектроники и теплоэнергетики. Особенности технологии и аппаратурного оформления.

Системы подготовки, хранения и распределения воды сбалансированного солевого состава для пищевой промышленности и питьевого водоснабжения.

Системы опреснения солоноватой и морской воды. Особенности технологии и аппаратурного оформления. Расчет капитальных затрат и себестоимости пресной воды.

Очистка сточных вод.

Системы очистки и регенерация сточных вод (на примерах) красильных и отделочных производств тонкосуконных комбинатов (ТСК). Расчет капитальных затрат и себестоимости воды, возвращаемой в производство.

Системы очистки и регенерация сточных вод гальванических производств. Нормативные требования к качеству сточных вод. Особенности технологии и аппаратурного оформления.

Системы очистки и регенерация сточных вод фармацевтических предприятий. Нормативные требования к качеству сточных вод. Особенности технологии и аппаратурного оформления.

Система очистки низко активных жидких радиоактивных отходов (ЖРО) на основе мембранных процессов. Особенности технологии и аппаратурного оформления.

## **Раздел 3. Анализ вариантов комплексных систем очистки промышленных сточных вод на основе жидкофазных мембранных процессов**

Общие требования к системам очистки сточных вод Проектирование - разделы ТХ (технология), АС (архитектура и строительство) ВК (водоснабжение и канализация). Аттестация проекта. Системы водоподведения и водоотведения. Тарифы региональных водоканалов за отводимую условно чистую воду, содержание и концентрации примесей, штрафные санкции за превышение ПДК. Тарифы и перечень отходов, принимаемых полигонами для хранения и утилизации. Требования к качеству очистки сточных вод, отводимых в водоемы рыбо-хозяйственного назначения.

Технологические и аппаратурные решения, направленные на обеспечение возможности рекуперации воды и утилизации примесей за счет сопряжения физико-химических и биологических методов очистки сточных вод. Мембранные биореакторы, конструктивное оформление, используемые мембраны, режимы эксплуатации.

Анализ состояния проблемы очистки сточных вод текстильных предприятий и предложений по разработке технологии очистки на основе мембранных процессов на примере красильных и отделочных производств тонкосуконных комбинатов (ТСК). Требования к качеству воды используемой в технологическом процессе. Состав и концентрации примесей, содержащихся в сточных водах. Анализ возможности рекуперации деминерализованной воды с высокой долей отбора. Методы решения проблемы утилизации отработанных красителей на основе биологической очистки с использованием мембранных биореакторов.

Расчет, проектирование и аппаратурное оформление систем очистки ливневых сточных вод.

Разработка и практическая реализация систем очистки производственных и ливневых сточных вод на примере двух фармацевтических предприятий по производству твердых лекарственных форм. Технологическая схема и аппаратурное оформление.

Система очистки низко активных жидких радиоактивных отходов (ЖРО) на основе

мембранных процессов. Разработка технологии и аппаратурное оформление двухступенчатой обратноосмотической установки, обеспечивающей рекуперацию около 97% деминерализованной воды и концентрирование примерно в 40 раз радиоактивных загрязнений.

#### **Раздел 4. Анализ вариантов комплексных систем подготовки чистых технологических сред на основе газофазных мембранных процессов**

Системы осушки и очистки природного и попутного нефтяного газов от серосодержащих соединений и CO<sub>2</sub> на основе мембранных и сорбционных процессов.

Нормативные требования к составу подготовленных газовых смесей.

Особенности технологии и аппаратурного оформления

Системы подготовки и попутного нефтяного и шахтного газов до требований топочного газа.

Нормативные требования к составу подготовленных газовых смесей.

Особенности технологии и аппаратурного оформления

Системы подготовки регулируемой газовой среды в помещениях, предназначенных для хранения овощей, фруктов, музейных экспонатов, а также для лечения и тренировок. Нормативные требования к составу подготовленных газовых смесей. Особенности технологии и аппаратурного оформления

Системы подготовки регулируемой газовой среды, используемой в качестве пожаро-взрывобезопасной защитной подушки топливных баков автозаправочных станций и танкеров. Нормативные требования к составу подготовленных газовых смесей. Особенности технологии и аппаратурного оформления

Системы разделения воздуха с получением в качестве целевого потока, обогащенного кислородом и/или азотом потока. Нормативные требования к составу подготовленных газовых смесей. Особенности технологии и аппаратурного оформления.

Системы выделения гелия из природного газа. Нормативные требования к составу подготовленных газовых смесей. Особенности технологии и аппаратурного оформления.

#### **4 Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>7</b>	<b>252</b>	<b>189</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2.36</b>	<b>85</b>	<b>63.75</b>
Лекции	0.47	17	12.75
Практические занятия (ПЗ)	1.89	68	51
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3.64</b>	<b>131</b>	<b>98.25</b>
Контактная самостоятельная работа	2,64	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		131	71,25
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		

#### **Аннотация рабочей программы дисциплины**

#### **«Технологические расчёты в САПР при инжиниринге энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»**

**1 Цель дисциплины** – получение студентами знаний и навыков применения современных программных комплексов для решения задач технологического проектирования химико-технологических процессов при разработке новых и модернизации действующих производств. Целью настоящего курса также является обучение слушателей современным методам технологических расчетов и расчетных исследований химико-технологических процессов с использованием пакета прикладных программ (ППП) MATLAB и пакета моделирующих программ CHEMCAD.

## **2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*ПК-2.1; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3*

*Знать:*

- методы технологических расчетов химико-технологических процессов с применением пакетов MATLAB и CHEMCAD;

- численные методы вычислительной математики для реализации на компьютерах численных алгоритмов расчетов химико-технологических процессов;

- способы применения пакетов MATLAB и CHEMCAD для технологических расчетов химико-технологических процессов при решении задач научных исследований, а также задач технологического проектирования химико-технологических систем;

- принципы применения методик технологических расчетов при автоматизированном проектировании (САПР).

*Уметь:*

- применять полученные знания при решении профессиональных задач проведения технологических расчетов процессов химической технологии;

- рассчитывать режимные, технологические и конструкционные параметры процессов в аппаратах химической технологии

- рассчитывать технологические схемы химических производств, в том числе и с обратными (рециклическими) материальными и тепловыми потоками;

- решать задачи оптимизации процессов химической технологии.

*Владеть:*

- методами применения пакета MATLAB и пакета CHEMCAD для проведения технологических расчетов и оптимизации процессов химической технологии, а также синтеза химико-технологических систем и подготовки исходных данных для проектирования.

## **3 Краткое содержание дисциплины**

**Тема 1. Введение. Технологическое проектирование химических производств с применением САПР.** Концептуальное и рабочее проектирование химических производств. Технологическое и техническое проектирование. Системы автоматизированного (компьютерного) проектирования (САПР). Применение комплексов компьютерных программ при проектировании - пакетов прикладных программ (ППП) и пакетов моделирующих программ (ПМП). Этапы разработки, усовершенствования, модернизации и диверсификации технологий в химической и смежных отраслях промышленности, а также разработки проектов химических производств.

**Раздел 1. Определение термодинамических и физико-химических свойств для проведения технологических расчетов.**

**Тема 2. Определение свойств-констант и свойств-зависимостей для индивидуальных веществ.** Основные свойства индивидуальных веществ, используемые для проведения технологических расчетов в САПР. Фактографические базы данных (БД) по свойствам-константам и зависимостям свойств от температур и давлений – свойствам-зависимостям. Обработка данных о зависимых свойствах с целью их математического описания и определения коэффициентов регрессионных зависимостей. Приближенные методы определения свойств индивидуальных веществ при отсутствии экспериментальных данных. Определение критических свойств органических веществ по структурным группам их молекул.

**Тема 3. Расчет свойств многокомпонентных и многофазных смесей.** Фактографические базы данных по свойствам многофазных многокомпонентных смесей. Обработка собственных и заимствованных из литературы экспериментальных данных о термодинамических и физико-химических свойствах смесей. Приближенные методы предсказания свойств смесей при их отсутствии в литературе и базах данных. Методы расчета основных свойств многофазных многокомпонентных систем, необходимых для технологических расчетов: парожидкостного равновесия, энтальпий смесей и коэффициентов массо-теплопередачи.

**Тема 4. Расчет кинетических параметров и тепловых эффектов гомогенных и гетерогенных химических превращений.** Расчет констант равновесия и кинетических констант гомогенных и гетерогенных химических реакций, а также определение их зависимостей от температур,

давлений и составов фаз. Уравнения Арениуса и Ленгмюра-Хиншельвуда; методы определения их коэффициентов для реакций в жидкой и паровой фазах. Приближенный расчет химического превращения методом минимизации энергии Гиббса.

## **Раздел 2. Расчет процессов в химических реакторах.**

### **Тема 5. Расчет реакторных процессов с учетом конверсии ключевых реагентов.**

Определение ключевых реагентов химических реакций. Расчет результатов химического превращения для одной суммарной реакции и для многостадийной реакции. Определение равновесных условий химических превращений и учет степени не достижения химического равновесия.

**Тема 6. Расчет реакторных процессов на основе данных о константах равновесия химических реакций.** Определение коэффициентов равновесия многостадийных химических реакций и их температурных зависимостей. Учет степени не достижения равновесия на отдельных стадиях многостадийной реакции. Расчет параметров реакторного процесса в изотермических, адиабатических и политермических условиях.

**Тема 7. Расчет реакторных процессов с учетом данных о константах скоростей отдельных стадий химических превращений.** Расчет реакторных процессов для гомогенных и гетерогенных многостадийных химических реакций. Стандартный и собственный вариант задания стехиометрической схемы протекания многостадийной химической реакции. Зависимость скорости для определения констант скоростей реакций и их параметрическая идентификация. Определение реакционного объема в реакторах с мешалкой и трубчатых реакторах. Расчет реакторных процессов с рубашкой.

## **Раздел 3. Расчет процессов разделения в паро(газо)-жидкостных системах.**

### **Тема 8. Расчет процессов в испарителях и конденсаторах многокомпонентных смесей.**

Расчет фазового равновесия жидкость-пар и жидкость-жидкость-пар в многокомпонентных смесях с учетом неидеальности паровой и жидкой фаз. Решение задачи параметрической идентификации для определения констант уравнений для расчета коэффициентов активности в многокомпонентных жидких системах при фазовой равновесии. Расчет параметров парожидкостных систем (доли паровой фазы, составов жидкой и паровой фаз) при различных температурах и давлениях. Выбор моделей учета неидеальности жидкой и паровой фаз для расчета испарителей и конденсаторов многокомпонентных смесей.

**Тема 9. Расчет процессов абсорбции и ректификации в тарельчатых и насадочных колоннах.** Расчет фазового равновесия газ-жидкость и пар-жидкость с использованием уравнений состояния при различных давлениях. Приближенный оценочный и проектный расчет ректификации на основе выбора ключевых разделяемых смесей. Расчет процессов физической абсорбции и ректификации с использованием концепции теоретической тарелки. Эмпирический учет эффективности контактных устройств колонных аппаратов. Определение диаметров и перепада давлений в колоннах. Расчет процессов с учетом многокомпонентной массопередачи в тарельчатых и насадочных колоннах. Расчет процессов хемосорбции и ректификации с химическими реакциями.

**Тема 10. Расчет процессов жидкофазной экстракции в колонных аппаратах.** Моделирование фазового равновесия жидкость-жидкость. Выбор моделей для учета неидеальности жидких фаз при расчете процесса жидкостной экстракции. Расчет колонного аппарата экстракции с учетом концепции теоретической ступени разделения.

## **Раздел 4. Расчет процессов в теплообменниках.**

**Тема 11. Оценочный расчет теплообменников различных типов.** Однопоточные и двухпоточные теплообменники в пакете CHEMCAD, Решение прямой задачи с определением среднелогарифмической разности температур и тепловой нагрузки. Автоматический расчет с определением параметров входных потоков по заданным значениям параметров выходных потоков. Расчет расхода теплоносителя на основе данных о его теплотворной способности.

**Тема 12. Конструкционный расчет кожухотрубных и пластинчатых теплообменников, а также теплообменников «труба в трубе» и аппаратов воздушного охлаждения.** Проектный расчет теплообменников с определением площади поверхности теплообменников и коэффициентов теплопередачи. Определение типоразмеров теплообменников. Реализация оценочного расчета теплообменников с известными конструкционными параметрами.

## Раздел 5. Расчетные исследования и оптимизация технологий химических производств.

### **Тема 13. Гидравлический расчет трубопроводных систем в технологических схемах.**

Параллельно-модульный одновременный гидравлический расчет произвольных схем трубопроводных систем с определением давлений и расходов потоков в технологической схеме химических производств. Совместное решение системы уравнений математического описания процессов в трубопроводных системах. Определение числа степеней свободы системы уравнений математического описания и задание исходных данных для оценочных расчетов технологий с трубопроводами, фитингами и арматурой.

**Тема 14. Расчет энерго-ресурсосберегающих рециклических (обратных) материальных и тепловых потоков технологических схем химических производств. Последовательно-модульный расчет** процессов в аппаратах технологических схем химических производств. Алгоритмы методов простых итераций, Вегстейна и главных собственных значений для расчета производств с рециклическими потоками. Примеры расчета технологий с процессами нефтепереработки с псевдокомпонентами нефтяных фракций, с растворами электролитов – неорганическими веществами, и с органическими системами, в том числе с водой.

**Тема 15. Определение оптимальных параметров технологических процессов.** Выбор целевых функций и расчет с их использованием оптимальных технологических параметров единиц оборудования технологической схемы. Расчетное исследование параметрической чувствительности целевых функций к изменению технологических параметров процессов производства. Выбор эффективных алгоритмов оптимизации энергоресурсосберегающих технологий.

**Тема 16. Заключение. Оценка эффективности применения современных пакетов прикладных и моделирующих программ для проведения технологических расчетов в САПР.** Необходимость применения ППП MATLAB и ПМП CHEMCAD для проведения технологических расчетов. Достоинства и недостатки использования пакетов MATLAB и CHEMCAD при разработке технологий. Области применения пакетов MATLAB и CHEMCAD при выполнении технологических расчетов в САПР.

#### 4 Объем учебной дисциплины:

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>7</b>	<b>252</b>	<b>189</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2.36</b>	<b>85</b>	<b>63.75</b>
Лекции	0.47	17	12.75
Практические занятия (ПЗ)	1.89	68	51
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3.64</b>	<b>131</b>	<b>98.25</b>
Контактная самостоятельная работа	2,64	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		131	71,25
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>		<b>Экзамен</b>	

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Современные сорбционно-каталитические процессы»

**1. Цель дисциплины** – приобретение магистрантами знаний, умений, владений и компетенциями в области теории и практики промышленных сорбционных процессов и каталитических систем и использование их результатов в профессиональной деятельности.

## 2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3.

*Знать:*

- физико-химические закономерности современных адсорбционных и каталитических явлений и их природу;
- характеристики промышленных адсорбентов и катализаторов;
- математические модели сорбционных и каталитических процессов;
- основные методы исследования современных сорбционных процессов и каталитических систем;
- примеры применения адсорбционно-каталитических технологий для очистки газов и жидкостей;
- основные типы и конструкции аппаратов, технологию и общие принципы осуществления адсорбционных и каталитических процессов.

*Уметь:*

- использовать методы исследования и определения технологических параметров адсорбционно-каталитических процессов;
- использовать технические средства управления современными сорбционными процессами и каталитическими системами с использованием различных форм энергии;
- применять методы математического моделирования для описания и анализа сорбционных и каталитических процессов.

*Владеть:*

- способностью к постановке и формулированию задач научных исследований на основе результатов анализа научно-технической информации;
- методами организации и расчёта систем оптимального управления высокоэффективными энерго- и ресурсосберегающими современными сорбционными процессами и каталитическими системами;
- методами определения параметров математических моделей технологических аппаратов по экспериментальным данным.

## 3. Краткое содержание дисциплины:

### Раздел 1. Введение. Физико-химические основы адсорбционно-каталитических процессов.

1.1. Краткая историческая справка развития газо- и жидкофазных сорбционно-каталитических процессов и их значение для развития химической технологии. Применение адсорбционно-каталитических технологий для решения экологических проблем, в пищевой промышленности, медицине, в космосе и на подводных лодках, в процессах рекуперации углеводородов и легких нефтепродуктов, локализации радионуклидов при переработке отработанного ядерного топлива. Адсорбция и ее роль в катализе.

1.2. Адсорбционные силы. Адсорбенты, их строение, свойства и технология получения. Адсорбционное равновесие. Основные теории адсорбции. Расчет текстурных характеристик адсорбентов и величин адсорбции с использованием современных теоретических подходов.

1.3. Кинетика адсорбции. Изотермическая и адиабатическая модели динамики неравновесной адсорбции и десорбции. Методы регенерации и реактивации насыщенных адсорбентов.

1.4. Обзор новых видов адсорбентов. Физическая адсорбция. Взаимодействие Ван-дер-Ваальса. Определение пористости. Адсорбция на неоднородной поверхности. Химическая адсорбция. Реакционная способность поверхности. Критерии различия физической и химической адсорбции. Изотерма адсорбции Ленгмюра. Десорбция.

1.5. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций. Определение активности, числа оборотов, селективности, элементарного акта, маршрута реакции. Стационарный и квазистационарный режимы катализа.



1.6. Диффузионная кинетика. Каталитические реакции в нестационарном режиме. Применение физических методов *in situ*.

## **Раздел 2. Технология и расчет адсорбционно-каталитических процессов.**

2.1. Принципы приготовления адсорбционных катализаторов. Основные типы распределения активного компонента на напористом носителе. Характеристика пористой структуры и методы ее создания. Определение удельной поверхности адсорбционных катализаторов. Анализ изотермы адсорбции пористого тела. Процессы с регенерацией адсорбента и подводом тепла через стенку.

2.2. Капиллярная конденсация. Уравнение Кельвина. Процессы очистки и разделения газов с термической регенерацией адсорбентов. Особенности технологии и аппаратуры процессов. Принципы проектирования установок.

2.3 Короткоцикловые процессы с безнагревной регенерацией адсорбента (КБА). Особенности кинетики и динамики процессов КБА.

2.4. Гидродинамические процессы в реакторах со стационарным слоем катализатора (сорбента). Расчет гидравлического сопротивления неподвижного зернистого слоя. Основные модели сорбционных и каталитических реакторов. Структура пористого зерна катализатора, обоснование и использование квазигомогенной модели процесса. Взаимодействие диффузионных явлений с химической реакцией.

2.5. Структура и основные характеристики зернистого слоя катализатора и сорбента. Сопоставление показателей процессов в зернах различной геометрической формы. Оптимальные размеры и форма зёрен катализатора и сорбента. Динамика газовых потоков в зернистом слое. Неоднородность потоков, ее влияние на характеристики процесса. Анализ процессов при протекании реакций с различными кинетическими моделями, оценка эффективности процесса в диффузионной области. Гидравлические режимы движения реагентов. Критерий Рейнольдса. Расчет гидравлического сопротивления.

2.6. Процессы переноса вещества и тепла между наружной поверхностью зерен катализатора и сорбента и реакционным потоком. Уравнения материального и теплового балансов. Влияние внешнего массо- и теплообмена на скорость каталитической реакции. Многослойные адиабатические реакторы, трубчатые реакторы, реакторы с зернистым и блочным катализатором, с движущимся и кипящим слоями, основные конструктивные решения, особенности процессов. Влияние продольной и радиальной теплопроводности и диффузии реагентов. Сравнение эффективности работы адиабатического и трубчатого реакторов. Реакторы для быстропотекающих процессов с катализатором в виде сеток. Реакторы с взвешенным и движущимся слоями катализатора. Области существования взвешенного слоя. Преимущества и недостатки. Реакторы с восходящим потоком. Полифункциональные мембранные реакторы. Противоточные адсорбционно-каталитические реакторы с подвижными слоями катализатора.

2.7. Конструкции каталитических реакторов в современных химических производствах, их основные характеристики. Требования к конструкции реакторов. Факторы, определяющие выбор типа реактора. Оптимальные температурные режимы для необратимых и обратимых реакций. Оптимальные схемы реакторов для осуществления простых и сложных реакций. Оптимальные адиабатические реакторы с промежуточными теплообменниками и с подачей холодного сырья.

2.8. Роль сорбционно-каталитических процессов в решении экологических проблем. Сорбционно-каталитические процессы в системах жизнеобеспечения в замкнутых обитаемых объектах. Современные сорбционно-каталитические технологии локализации газообразных радионуклидов в процессах обращения с радиоактивными отходами. Сорбционно-каталитическая очистка от вредных газов: CO, C<sub>n</sub>H<sub>y</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> и др. Очистка природного газа от серосодержащих соединений.

#### 4. Объем учебной дисциплины:

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>7</b>	<b>252</b>	<b>189</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2.36</b>	<b>85</b>	<b>63.75</b>
Лекции	0.47	17	12.75
Практические занятия (ПЗ)	1.89	68	51
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3.64</b>	<b>131</b>	<b>98.25</b>
Контактная самостоятельная работа	2,64	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		131	71,25
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Сорбционные процессы»

**1 Цель дисциплины** – углубленное изучение физико-химических основ поверхностных явлений, адсорбционные процессы и технологий разделения и очистки газов с получением ряда важнейших неорганических продуктов: азота, кислорода, водорода, диоксида углерода, редких газов, защитных атмосфер и т.п.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.2; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3

*Знать:*

- свойства и строение (химический состав, свойства поверхности, внутреннее строение, физические свойства и т.п.) твердых поглотителей (углеродных адсорбентов, цеолитов, силикагелей, алюмогелей, отбеливающих земель); методы их получения и применение;

- физико-химические основы получения продуктов с помощью адсорбционных технологий;
- механизмы адсорбционных взаимодействий;
- кинетику и динамику адсорбционных процессов;
- основные типы и конструкции аппаратов для проведения адсорбционных процессов;

- методы моделирования и оптимизации адсорбционных процессов очистки и разделения газовых и жидкостных смесей;

- системы автоматизированного проектирования технологических процессов и отдельных узлов технологических схемы

- технологию и общие принципы осуществления адсорбционных процессов;

- экологические аспекты применения адсорбционных технологий защиты окружающей среды;

*Уметь:*

- использовать методы исследования и определения параметров адсорбционных;
- анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса и качество продукции;

- проводить эксперименты по заданным методикам;

- анализировать результаты экспериментов;

*Владеть:*

- методами качественного и количественного анализа;

- методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов;
  - методами определения параметров математических моделей технологических аппаратов по экспериментальным данным;
  - методами построения и оптимизации технологической схемы;
- методами эксергетического анализа и техноэкономической оптимизации технологических схем.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

**Раздел 1.** Введение. Задачи и содержание дисциплины. Роль дисциплины в подготовке инженеров-технологов, работающих в области мембранных технологии. Связь с другими спецкурсами, читаемыми на кафедре. Основные этапы развития адсорбционных процессов, современное состояние и перспективы развития адсорбционных технологий для очистки и разделения газов.

#### **Раздел 2.** Физико-химические основы адсорбционных процессов

Адсорбция и силы ее обуславливающие, типы адсорбционных взаимодействий, адсорбционный потенциал на поверхности и в порах адсорбентов.

Характеристики промышленных адсорбентов. Активные угли, силикагели, алюмогели, цеолиты. Структура, химический состав, свойства поверхности, физические свойства, получение, основные марки, применение.

Адсорбционные равновесия. Теплота адсорбции. Классификация пор по М.М. Дубинину. Теория объемного заполнения микропор и области применения ее математического аппарата. Слабо сорбирующийся газы. Адсорбция при повышенных давлениях. Адсорбция смесей.

Предмет изучения, внешняя диффузия, внутренняя диффузия. Виды переноса в порах. Расчет общего коэффициента массопередачи.

Теплообмен в зернистом слое. Основные уравнения, управляющие теплообменом.

Массообмен в зернистом слое. Основные модели динамики адсорбции. Сравнительная характеристика равновесных и неравновесных моделей фронтальной изотермической адсорбции и фронтальной неизотермической адсорбции. Модели динамики термопродувочной регенерации.

#### **Раздел 3.** Технология и расчет адсорбционных процессов:

Классификация адсорбционных процессов по способам регенерации. Процессы с однократным использованием адсорбента. Процессы с многократным использованием адсорбента. Процессы с реактивацией адсорбента. Циклические процессы. Процессы с термопродувочной и термовытеснительной регенерацией адсорбента. Принципы построения циклограмм, организация процессов, подбор адсорбентов, примеры использования.

Процессы осушки газов. Принципиальная схема, технология процесса, адсорбенты-осушители, конструктивные особенности основного оборудования. Расчет и анализ материальных и тепловых балансов процесса.

Рекуперация углеводородов. Особенности технологии и аппаратуры процессов. Принципы проектирования установок.

Процессы с косвенным нагревом адсорбента на стадии регенерации. Особенности технологии и аппаратуры процессов.

Процессы короткоциклового безнагревной адсорбции (КБА). История создания, основные условия реализации.

Очистка воздуха методом КБА. Особенности кинетики и динамики процесса. Анализ материальных балансов процесса осушки.

Очистка водорода с получением  $H_2$  особой чистоты. Основные технологические и аппаратурные особенности процесса.

Адсорбционное разделение воздуха. Основные принципы разделения, применяемые адсорбенты. Технологические схемы установок для получения азота и кислорода.

Очистка от диоксида углерода. Получение защитных атмосфер. Особенности организации процесса.

Очистка от сернистых соединений. Применяемые адсорбенты и методы их регенерации. Основные технологические и конструктивные особенности процессов

#### 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>7.00</b>	<b>252</b>	<b>189</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1.89</b>	<b>68</b>	<b>51</b>
Лекции	0.47	17	12.75
Практические занятия (ПЗ)	1.42	51	38.25
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4.11</b>	<b>148</b>	<b>111</b>
Контактная самостоятельная работа	4.11	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		148	71,25
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Графические системы САПР при инжиниринге энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»

**1 Цель дисциплины** – углубление студентами знаний в области проектирования и получение теоретических и практических знаний в области двумерного и трехмерного проектирования, в том числе с применением пакета программ AutoCAD.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*ПК-1.2; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3*

*Знать:*

- интерфейс программы, типы рабочих пространств, способы построений, координатные системы;

- основы построения двумерных моделей в программе AutoCAD;

- основы построения трехмерных моделей и тел в программе AutoCAD;

- возможности совместной работы в двумерном и трехмерном пространствах;

*Уметь:*

- работать в двумерном пространстве пакета AutoCAD;

- работать в трехмерном пространстве пакета AutoCAD;

- знать основы визуализации трехмерных моделей;

*Владеть:*

- методами применения стандартных пакетов прикладных программ, в частности пакетов AutoCAD, для проектирования объектов химического производства.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Подготовка к работе. Интерфейс.**

Интерфейс программы. Пользовательские настройки. Основные форматы файлов. Резервное копирование.

Средства управления экраном. Способы задания координат. Работа с командной строкой.

#### **Раздел 2. 2D-моделирование. Основные инструменты.**

Знакомство с основными инструментами для черчения. Построение линий, полилиний и др. примитивов.

Преобразование геометрических элементов. Копирование, перемещение, удлинение и др.

Работа со слоями.

Блоки. Динамические блоки.

### Раздел 3. Работа с аннотациями.

Работа с текстом, размерами, мультивыносками, таблицами.

Создание и редактирование текстовых и размерных стилей, стилей таблиц и мультивыносок.  
ГОСТ Р 21.1101-2013

### Раздел 4. Печать чертежей.

Пространство листа. Настройка параметров листов.

Видовые экраны. Способы создания видовых экранов и работа с ними. Аннотативность.

Вывод чертежа на печать. Публикация в PDF.

### Раздел 5. Дополнительные функции.

Внешние ссылки. Подшивки. Параметрические зависимости.

### Раздел 6. 3D-моделирование. Основные инструменты.

Построение и преобразование примитивов.

Поверхности. Преобразование поверхностей.

3d визуализация и освещение. Палитры текстур.

### Раздел 7. Визуализация.

Библиотеки материалов. Загруженные библиотеки. Создание дополнительных библиотек материалов.

Освещение. «Парящая камера».

## 4 Объем учебной дисциплины:

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>7</b>	<b>252</b>	<b>189</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1.89</b>	<b>68</b>	<b>51</b>
Лекции	0.47	17	12.75
Практические занятия (ПЗ)	1.42	51	38.25
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4.11</b>	<b>148</b>	<b>111</b>
Контактная самостоятельная работа	4.11	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		148	71,25
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Физико-химия и технология разделения смесей»

**1. Цель дисциплины** – дать магистрантам представление о многообразии процессов разделения, принципах их концептуального расчета и выбора рациональных технологических схем, а также формирование у слушателей уровня знаний, необходимого для научно обоснованного выбора способа разделения и синтеза оптимальной технологической схемы узла разделения, его расчета, масштабирования и интенсификации работы разделительного оборудования.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

Обладать следующими профессиональными компетенциями и индикаторами их достижения:

**ПК-1** - ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3.

**ПК-4** - ПК-4.1, ПК-4.2.

*Знать:*

- принципы организации процессов разделения для проектирования и функционирования узлов разделения современных химических производств;

- основы построения моделей малоотходных энергосберегающих процессов разделения многокомпонентных смесей.

*Уметь:*

- практически использовать принципы и основанной на них методологии организации процессов разделения для проектирования и обеспечения регламентного функционирования узлов разделения современных химических производств.

*Владеть:*

- основами выбора рациональных технологических схем разделения;  
- методами анализа и синтеза схем разделения;  
- основами построения моделей малоотходных энергосберегающих процессов разделения многокомпонентных смесей;  
- основами выбора рациональных технологических схем узлов разделения, методами их анализа и синтеза.

### **3. Краткое содержание дисциплины.**

#### **Введение. Общие характеристики и классификация процессов разделения**

Разделение смесей в свете второго закона термодинамики. Процессы разделения в промышленности: процессы гидратации этилена в этанол, производство пара-ксилола. Многообразие процессов разделения. Экономические факторы при разделении. Процессы разделения и защита воздушного и водного бассейнов. Механизм разделения. Классификация процессов. Коэффициенты разделения для процессов, определяемых равновесием, и процессов, определяемых скоростью переноса. Бесконечно большой коэффициент разделения.

#### **Раздел 1. Термодинамические характеристики процессов разделения. Теория каскадов.**

Балансы энергии, энтропии, эксергии. Минимальная работа разделения. Термодинамическая эффективность разделения. Особенности расчета фазового равновесия для идеальных и неидеальных систем. Равновесные отношения. Относительная летучесть и относительная селективность разделения. Различные формы уравнения состояния для неидеальных систем. Модели для расчета коэффициентов активности для жидкой фазы. Модель регулярного раствора. Неидеальные жидкие растворы.

Конфигурация каскада. Каскады систем твердое тело-жидкость. Односекционные каскады жидкостной экстракции. Прямоточные и противоточные каскады. Каскады с перекрестным током. Многосекционные каскады для систем жидкость-пар. Последовательность ректификационных колонн и синтез систем разделения. Степени свободы и классификация переменных для процессов разделения в противоточных каскадах.

#### **Раздел 2. Ограничения характеристик разделения. Способы повышения эффективности разделения.**

Минимальные потоки, минимальное число ступеней. Разделение многокомпонентных смесей, число ступеней и флегма. Распределение не ключевых компонентов. Дистилляция (непрерывных) смесей с большим числом компонентов.

Химическая реакция. Поверхностные явления на границе раздела фаз. Градиенты плотности и поверхностного натяжения: коэффициенты массоотдачи. Поверхностно-активные вещества. Теплопередача. Многокомпонентные системы. Компромисс между эффективностью разделения и производительностью. Циклические процессы. Пример из практики химической промышленности: разделение этилбензола и стирола с помощью ректификации.

#### **Раздел 3. Анализ энергозатрат на разделение.**

Минимальная работа разделения: разделение в изотермических условиях, неизотермическое разделение. Эксергия. Максимальная полезная работа разделения. Термодинамическая эффективность. Структура термодинамического к.п.д. при дистилляции водорода для получения дейтерия. Практический пример: разделение смеси водорода и метана с помощью парциальной

конденсации и оценка термодинамического к.п.д. Разделение путем абсорбции и десорбции. Разделение водорода и метана на палладиевой мембране. Примеры многоступенчатых процессов разделения. Потенциально обратимые процессы: дистилляция близкокипящих смесей. Частично обратимые процессы: фракционная абсорбция. Необратимые процессы: разделение на мембранах.

#### **Раздел 4. Способы энергосбережения при разделении смесей. Выбор процесса для разделения смеси.**

Сопоставление энергетических и капитальных затрат. Эмпирические правила и примеры их применения. Пути снижения энергозатрат при ректификации. Каскады колонн для экономии тепла. Тепловые насосы. Примеры из промышленной практики. Необратимые процессы внутри ректификационной колонны. Изотермическая дистилляция. Альтернативные варианты схем многокомпонентной ректификации трехкомпонентных смесей. Колонны со связанными тепловыми потоками. Правила выбора рациональной последовательности ректификационных колонн для разделения многокомпонентных смесей в общем случае. Снижение энергозатрат для других процессов разделения: абсорбции газов, газовой диффузии.

Факторы, влияющие на выбор процесса разделения: осуществимость процесса, ценность продукта, производительность процесса. Коэффициент разделения и молекулярные свойства разделяемых компонентов: молекулярный объем, форма молекул, дипольный момент и поляризуемость, заряд молекул, химическая реакция. Химическое комплексообразование. Подбор альтернативных процессов. Пример: разделение изомеров ксилола. Другой пример: сравнение разделения на мембранах и дистилляции. Жидкостная экстракция. Выбор растворителя. Физические взаимодействия в растворе. Экстрактивная дистилляция. Полистабионарность и ректификация. Схема потоков. Выбор оборудования для разделения.

#### **4. Объем учебной дисциплины.**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>7.00</b>	<b>252</b>	<b>189</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1.42</b>	<b>51</b>	<b>38.25</b>
Лекции	0.47	17	12.75
Практические занятия (ПЗ)	0.94	34	25.5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4.58</b>	<b>165</b>	<b>123.75</b>
Контактная самостоятельная работа	4.58	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		165	123.75
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		

#### **Аннотация рабочей программы дисциплины**

#### **«Автоматизация технологического проектирования при инжиниринге энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»**

**1 Цель дисциплины** – научить магистрантов созданию и использованию трехмерных моделей технологического оборудования и узлов с применением программного комплекса AutoCad Plant 3D.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2*

*Знать:*

- структуру трехмерного пространства;
- области применения пакета AutoCAD Plant 3D;
- способы построения трехмерных моделей и параметрического оборудования;
- способы ведения сетевого проекта;
- принципы работы с технологическими схемами;

*Уметь:*

- манипулировать (моделировать) готовыми графическими динамическими блоками, отражающими реальные объекты арматуры и трубопроводных деталей в масштабе 1:1;
- пользоваться готовыми базами данных и создавать собственные библиотеки технологических объектов;
- создавать конструкции и обвязки технологических линий;
- работать над сетевым проектом и синхронизировать работу нескольких пользователей;
- компоновать и оформлять чертежи в соответствии с требованиями ГОСТ;
- составлять спецификации и выводить отчеты в Excel;

*Владеть:*

- терминологией, принятой в работе с комплексом AutoCAD Plant 3D;
- ключевыми навыками настройки и использования системы.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Основы и функции.**

1.1. Обзор рынка продуктов САПР. Термины, определения, обозначения.

1.2. Графическая среда «AutoCAD Plant3D». Рабочее пространство, интерфейс программы.

Настройка AutoCAD на использование базы данных

#### **Раздел 2. 3D-моделирование.**

2.1. Создание нового чертежа на основе унифицированного шаблона. Вставка графических блоков арматуры и деталей с инструментальной палитры. Именованные слои

2.2. Технологические схемы P&ID.

2.3. Оборудование

2.4. Отрисовка и редактирование трубопроводов

#### **Раздел 3. Создание и редактирование чертежей**

3.1. Создание и редактирование параметрического оборудования из готовой библиотеки.

3.2. Создание и редактирование штуцеров на параметрическом оборудовании

3.3. Создание индивидуального оборудования и внесение его в библиотеку

3.4. Создание опор трубопроводов

3.5. Использование стандартных инструментов для построения сетки и конструкций.

Редактирование конструкций

#### **Раздел 4. Оформление чертежей и проектной документации.**

4.1. Оформление чертежа

4.2. Создание отчетов о проекте

4.3. Компоновка чертежа на листах. Создание именованных видов и разрезов

4.4. Оформление (аннотации) чертежа

4.5. Автоматический нормоконтроль базы данных труб, арматуры и трубопроводных деталей.

### **4 Объем учебной дисциплины:**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>7.00</b>	<b>252</b>	<b>189</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1.42</b>	<b>51</b>	<b>38.25</b>
Лекции	0.47	17	12.75
Практические занятия (ПЗ)	0.94	34	25.5



<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4.58</b>	<b>165</b>	<b>123.75</b>
Контактная самостоятельная работа	4.58	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		165	123.75
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		

## 5.4 Практика

### Аннотация рабочей программы «Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)»

**1 Цель практики** – получение обучающимся первичных профессиональных умений и навыков путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики.

**2 В результате прохождения практики обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-4.2; УК-4.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3.

*Знать:*

- порядок организации, планирования, проведения и обеспечения научно-исследовательских работ с использованием современных технологий;
- порядок организации, планирования, проведения и обеспечения образовательной деятельности по профилю изучаемой программы магистратуры.

*Уметь:*

- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю пройденной практики, в том числе с применением Internet-технологий;
- использовать современные приборы и методики по профилю программы магистратуры, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты;
- выполнять педагогические функции, проводить практические и лабораторные занятия со студенческой аудиторией по выбранному направлению подготовки.

*Владеть:*

- способностью и готовностью к исследовательской деятельности по профилю изучаемой программы магистратуры;
- методологическими подходами к организации научно-исследовательской и образовательной деятельности;
- способностью на практике использовать умения и навыки в организации научно-исследовательских и проектных работ;
- навыками выступлений перед учебной аудиторией.

### **3 Краткое содержание практики**

**Раздел 1.** Введение – цели и задачи учебной практики. Организационно-методические мероприятия.

**Раздел 2.** Знакомство с организацией научно-исследовательской и образовательной деятельности. Принципы, технологии, формы и методы организации научно-исследовательской деятельности на примере организации научной работы кафедры (проблемной лаборатории, научной группы). Принципы, технологии, формы и методы обучения студентов на примере организации учебной работы кафедры.

**Раздел 3.** Выполнение индивидуального задания. Сбор, обработка и систематизация информационного материала. Оформление отчета. Личное участие обучающегося в выполнении научно-исследовательской работы кафедры.

#### 4 Объем практики

Вид учебной работы	Объем практики		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость практики</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3.31</b>	<b>119</b>	<b>89.25</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>3.31</b>	<b>119</b>	<b>89.25</b>
Практические занятия (ПЗ)	3.31	119	89.25
в том числе в форме практической подготовки	3.31	119	89.25
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2.69</b>	<b>97</b>	<b>72.75</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки:</b>	<b>2.69</b>	<b>97</b>	<b>72.75</b>
Контактная самостоятельная работа	2.69	0,4	0.3
Самостоятельное изучение разделов практики		96,6	72.45
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

#### Аннотация рабочей программы

##### «Производственная практика: научно-исследовательская работа»

**1 Цель практики** – формирование универсальных и профессиональных компетенций и приобретение навыков в области инжиниринга в химической технологии посредством планирования и осуществления экспериментальной деятельности

**2 В результате прохождения практики обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

– порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в области исследования;

– теоретические основы и области оптимального применения энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

*Уметь:*

– осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;

– работать на современных приборах и установках, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты;

– применять теоретические знания, полученные в рамках изучаемой программы магистратуры для интерпретации экспериментальных данных.

*Владеть:*

– навыками обращения с научной и технической литературой и выстраивание логических взаимосвязей между различными литературными источниками;

– навыками построения причинно-следственных связей между экспериментальными и теоретическими данными.

#### **3 Краткое содержание практики**

##### **Раздел 1. Выполнение и представление результатов научных исследований**

###### 1.1. Выполнение научных исследований.

Составление программы исследования. Структура и содержание основных разделов отчета о научно-исследовательской работе.

Формулирование целей и задач исследования; составление аналитического обзора по теме исследования; выбор эффективных методов и методик достижения желаемых результатов исследования.

Проведение соответствующих экспериментов для получения практических результатов; анализ, интерпретация и обобщение результатов исследования; формулировка выводов; написание

отчета.

1.2. Подготовка научного доклада и презентации

**4 Объем практики**

Вид учебной работы	Всего		Семестр					
			2		3		4	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость практики</b>	<b>30</b>	<b>1080</b>	<b>9</b>	<b>324</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>15</b>	<b>540</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>14,64</b>	<b>527</b>	<b>4,25</b>	<b>153</b>	<b>3,31</b>	<b>119</b>	<b>7,08</b>	<b>255</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>14,64</b>	<b>527</b>	<b>4,25</b>	<b>153</b>	<b>3,31</b>	<b>119</b>	<b>7,08</b>	<b>255</b>
Практические занятия (ПЗ)	14,64	527	4,25	153	3,31	119	7,08	255
в том числе в форме практической подготовки	14,64	527	4,25	153	3,31	119	7,08	255
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>14,36</b>	<b>517</b>	<b>4,75</b>	<b>171</b>	<b>2,69</b>	<b>97</b>	<b>6,92</b>	<b>249</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки:</b>	<b>14,36</b>	<b>517</b>	<b>4,75</b>	<b>171</b>	<b>2,69</b>	<b>97</b>	<b>6,92</b>	<b>249</b>
Контактная самостоятельная работа	14,36	0,8	4,75	0,4	2,69	0,4	6,92	-
Самостоятельное изучение разделов практики		516,2		170,6		96,6	6,92	249
<b>Виды контроля:</b>								
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	-	-	-	-	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	-	-	-	-	1	0,4
Подготовка к экзамену.		35,6	-	-	-	35,6		
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Экзамен</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр					
			2		3		4	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость практики</b>	<b>30</b>	<b>810</b>	<b>9</b>	<b>243</b>	<b>6</b>	<b>162</b>	<b>15</b>	<b>405</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>14,64</b>	<b>395,25</b>	<b>4,25</b>	<b>114,75</b>	<b>3,31</b>	<b>89,25</b>	<b>7,08</b>	<b>191,25</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>14,64</b>	<b>395,25</b>	<b>4,25</b>	<b>114,75</b>	<b>3,31</b>	<b>89,25</b>	<b>7,08</b>	<b>191,25</b>
Практические занятия (ПЗ)	14,64	395,25	4,25	114,75	3,31	89,25	7,08	191,25
в том числе в форме практической подготовки	14,64	395,25	4,25	114,75	3,31	89,25	7,08	191,25
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>14,36</b>	<b>387,75</b>	<b>4,75</b>	<b>128,25</b>	<b>2,69</b>	<b>72,75</b>	<b>6,92</b>	<b>186,75</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки:</b>	<b>14,36</b>	<b>387,75</b>	<b>4,75</b>	<b>128,25</b>	<b>2,69</b>	<b>72,75</b>	<b>6,92</b>	<b>186,75</b>
Контактная самостоятельная работа	14,36	0,6	4,75	0,3	2,69	0,3	-	-
Самостоятельное изучение разделов практики		387,15		127,95		72,45	6,92	186,75

Виды контроля:								
Экзамен	1	36	-	-	-	-	1	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	-	-	-	-	1	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6						-
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Зачет с оценкой		Экзамен	

### 5.5. «Государственная итоговая аттестация: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы»

**1 Цель государственной итоговой аттестации: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы** – выявление уровня теоретической и практической подготовленности выпускника вуза к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки магистров **18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**, магистерская программа «*Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии*».

**2 В результате прохождения государственной итоговой аттестации: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3; УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

- принципы и порядок постановки и формулирования задач научных исследований на основе результатов поиска, обработки и анализа научно-технической информации;

- правила и порядок подготовки научно-технических отчетов, аналитических обзоров и справок, требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада;

- приемы защиты интеллектуальной собственности;

- теоретические и технико-экономические аспекты энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

*Уметь:*

- разрабатывать новые технические и технологические решения на основе результатов научных исследований;

- создавать теоретические модели технологических процессов, позволяющих прогнозировать технологические параметры, характеристики аппаратуры и свойства получаемых веществ, материалов и изделий;

- разрабатывать программы и выполнять научные исследования, обработку и анализ их результатов, формулировать выводы и рекомендации;

- координировать работы по сопровождению реализации результатов работы в производстве;

*Владеть:*

- методологией и методикой анализа, синтеза и оптимизации процессов обеспечения качества испытаний, сертификации продукции с применением проблемно-ориентированных методов;

- навыками работы в коллективе, планирования и организации коллективных научных исследований;

- способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ.

**3 Краткое содержание государственной итоговой аттестации: выполнение, подготовка к**

## процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты в форме защиты ВКР проходит в 4 семестре на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления *18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии* и прохождения практик.

Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты проводится государственной экзаменационной комиссией (ГЭК).

Контроль уровня сформированности компетенций обучающихся, приобретенных при освоении ООП, осуществляется путем проведения защиты ВКР и присвоения квалификации «магистр».

Защита ВКР является обязательной процедурой итоговой государственной аттестации студентов высших учебных заведений, завершающих обучение по направлению магистратуры. Она проводится публично на открытом заседании ГЭК в соответствии с локальными нормативными и распорядительными актами университета..

Материалы, представляемые к защите:

- выпускная квалификационная работа (пояснительная записка);
- задание на выполнение ВКР;
- отзыв руководителя ВКР;
- рецензия на ВКР;
- презентация (раздаточный материал), подписанная руководителем;
- доклад.

В задачи ГЭК входят выявление подготовленности студента к профессиональной деятельности и принятие решения о возможности выдачи ему диплома.

Решение о присуждении выпускнику квалификации магистра принимается на заседании ГЭК простым большинством при открытом голосовании членов комиссии на основании результатов итоговых испытаний. Результаты определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Обучающийся имеет право подать в апелляционную комиссию апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры защиты выпускной квалификационной работы. Апелляция о несогласии с результатами защиты выпускной квалификационной работы не принимается.

**4 Объем государственной итоговой аттестации: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы**

Вид учебной работы	Объем ГИА		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость ГИА</b>	<b>9</b>	<b>324</b>	<b>243</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>9</b>	<b>324</b>	<b>243</b>
Контактная работа – итоговая аттестация	9	0,67	0,5
Выполнение, написание и оформление ВКР		323,33	242,50
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>защита ВКР</b>		

## 5.6 Факультативы

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Профессионально-ориентированный перевод»

**1. Цель дисциплины** — приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет выполнять различные виды профессионально ориентированного перевода в производственной и научной деятельности.

## **2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3

*Знать:*

- основные способы достижения эквивалентности в переводе;
- основные приемы перевода;
- языковую норму и основные функции языка как системы;
- достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий;

*уметь:*

- применять основные приемы перевода;
- осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм;
- оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе;
- осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста;

*владеть:*

- методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания;
- методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях;
- основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода;
- основной иноязычной терминологией специальности;
- основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.

## **3. Краткое содержание дисциплины**

### **Раздел 1. Требования к профессионально-ориентированному переводу. Особенности перевода специальных текстов**

1.1. Основные требования к профессионально-ориентированному переводу и понятие информационного поля. Специфика профессионально-ориентированных текстов. Эквивалентность, адекватность, переводимость специальных текстов.

1.2. Техническая терминология: характеристики.

Терминология в области технологии высокотемпературных функциональных материалов. Обеспечение терминологической точности и единообразия. Способы накопления и расширения словарного запаса в процессе перевода. Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Изменение структуры предложения при переводе.

### **Раздел 2. Лексико-грамматические проблемы перевода специальных текстов**

2.1. Проблема неоднозначности перевода видовременных форм и ее решение. Особенности перевода различных типов предложений. Перевод страдательного залога. Трудные случаи перевода страдательного залога.

2.2. Условные предложения, правила и особенности их обратного перевода. Практика перевода научно-технической литературы на примере текстов по технологии высокотемпературных функциональных материалов.

2.3. Перевод предложений с учетом правила согласования времен. Перевод причастия и причастных оборотов. Развитие навыков перевода на примере текстов по технологии высокотемпературных функциональных материалов.

2.4. Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Инфинитивные обороты. Варианты перевода на русский язык.

### **Раздел 3. Интернет и ИКТ в профессионально-ориентированном переводе**

3.1. Системы автоматизации перевода. (Computer Assisted Translation Tools). Информационный и лингвистический поиск в Интернет.

3.2. Работа с электронными словарями и глоссариями. Редактирование текста профессионально-ориентированного перевода.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>34</b>	<b>25,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,9	34	25,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,1</b>	<b>38,0</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,8	28,35
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>Зачет</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Научная публицистика»

1. **Цель дисциплины** – повышение общей и речевой культуры специалиста, способного реализовывать свои коммуникативные потребности в современном обществе на основе принципов эффективного общения, коммуникативной целесообразности, уважения к другим людям, а также способного применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке, для академического и профессионального взаимодействия.

#### 2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен

**Обладать** следующими компетенциями и индикаторами их достижения:  
УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3.

**Знать:**

- сущность научной публицистики, ее роль в формировании речевой культуры;
- различие устной и письменной научной речи;
- композиционные и стилистические особенности научного и научно-популярного текста;
- правила создания письменных и устных жанров научного стиля речи;
- правила убеждения оппонента в научной дискуссии.

**Уметь:**

- различать тексты собственно-научного и научно-популярного подстилей речи;
- делать отбор языковых средств для обеспечения эффективной коммуникации в профессиональной среде;
- трансформировать научную информацию из письменной формы в устную, из собственно научного изложения в научно-популярное;
- писать научную статью, рецензию и аналитические обзоры;
- выступать с докладами, вести научные дискуссии.

**Владеть:**

- приёмами работы с современной научной литературой для профессионального самообразования и ведения научно-исследовательской работы;
- навыками подготовки научных публикаций и аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями;

– методиками межличностного и делового общения на русском языке с применением языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

#### ***Раздел 1. Лингвистика научного текста.***

**1.1. Сущность научной публицистики**, ее роль в формировании речевой культуры будущего специалиста. Речевая культура специалиста, типы речевой культуры. Две точки зрения на название дисциплины «Научная публицистика». Из истории становления научной мысли в России. Наука и особая роль научной коммуникации. Определение понятия «публицистика». История публицистики. Взаимовыгодное сотрудничество науки и публицистики. Наука как среда создания и функционирования научных публикаций в научных изданиях и масс-медиа.

**1.2. Текст как речевое произведение, единица общения.** Определение текста и виды информации в тексте. Стилистика текстов как возможность создавать тексты лучше. Способы обеспечения цельности и связанности текста: виды грамматической связи предложений, связь по смыслу. Закон движения мысли на уровне разных составных частей текста (абзац, фрагмент, глава, часть, законченное произведение). Типы текстов по функционально-смысловому назначению «жесткого» и «гибкого» способов построения. Способы логического изложения информации (индуктивный, дедуктивный, аналогия, ступенчатый). Первичные и вторичные тексты. Необходимость соблюдения норм литературного языка при составлении текста.

**1.3. Научный стиль речи в системе русского литературного языка.** Многообразие языковых средств для передачи информации. Отбор языковых средств для обеспечения эффективной коммуникации в определенной речевой ситуации. Функциональные стили литературного языка (научный, официально-деловой, публицистический). Особенности научного стиля речи, специфика использования элементов различных языковых уровней в научной речи. Лингвистические особенности научного стиля речи (лексико-словообразовательная характеристика, стандартность морфологии, точность и обобщенность грамматических конструкций), специальные приемы и речевые нормы научных работ разных жанров. Грамматические приемы обеспечения ясности научного стиля. Жанры письменной и устной научной речи.

**1.4. Особенности устной и письменной речи.** Логико-лингвистические особенности научных текстов и их аналитико-синтетическая переработка. Лексические маркеры – помощники в написании статьи. Нетерминологические стандартизированные единицы. Перечисление типичных ошибок при составлении письменного научного текста (значение слова и лексическая сочетаемость, заимствование в современной научной речи; случаи нарушения грамматических норм: правила цитирования, трудные случаи употребления предлогов, вводных конструкций). Правила трансформации научной информации из устного текста в письменный и наоборот.

**1.5. Подготовка научно-популярного текста:** композиционные и стилистические особенности, типичные ошибки. Зависимость выбора языковых средств и структуры текста от целевой аудитории. Популяризация сложного научного знания («научпоп») и основные способы подачи научно-популярной информации в СМИ: газеты, журналы, ТЭД, научные стенд-апы на ТВ, каналы на Youtube Радио, подкасты, онлайн-комментирование событий, тексты, иллюстрации, видео- и аудиофайлы, гиперссылки на другие источники в Интернете. Композиционные и стилистические особенности научно-популярного текста, типичные ошибки при его составлении. Основные жанры научно-популярных текстов: новость, репортаж, интервью, колонки, пресс-релизы и посты в блогах. Рекомендации по структурированию информации (заголовок, лид, цитата, концовка).

#### ***Раздел 2. Правила подготовки письменной научной работы.***

**2.1. Жанры научного стиля речи.** Общая характеристика жанровых подсистем научного стиля речи. Языковые параметры, различающие жанры научной речи (схема/модель построения, объем текста, присутствие автора в тексте, уверенность изложения, соотношение результатов и хода исследования, сложность языка, разворачивание во времени). Правила компрессии научной информации: выделение ключевых слов и предложений, образец работы над созданием вторичных текстов разной степени компрессии: выделение главной информации, выделение подтем, субподтем. Виды компрессии научного текста. Тезисы как специфический жанр научного стиля. Правила составления и оформления интегрального конспекта. Составление аннотаций разных видов. Виды



рефератов, структура и содержание реферата, клише, используемые при составлении рефератов. Работа по составлению реферата-обзора. Рецензирование. Структура рецензии. Модель типовой рецензии. Оценочная часть рецензии. Специфика составления аналитического обзора.

**2.2. Правила написания научной статьи.** Технология подготовки научных публикаций: подготовительный этап (план научной публикации); основной этап (постановка проблемы, гипотеза, теоретическое обоснование, экспериментальная часть, результаты исследования); заключительный этап (выводы и перспективы исследования). Общие рекомендации для подготовки публикации статьи на иностранном языке. Варианты текстового представления научных результатов (монография, сборник научных трудов, материалы конференции, репринт, тезисы докладов, научная статья). Структура научной статьи. Оформление научной публикации. Правила оформления отдельных частей текстового материала (оформление библиографии, сносок, сокращение слов, текстового оформления таблиц и рисунков, схем). Требования к авторским текстам оригинала. Анализ опубликованных статей соискателей ученой степени. Соответствие тематики статьи научной специальности. Научная новизна. Цель и план собственной публикации. Определение места опубликования. Разработка плана-проспекта публикации с определением цели, задач, новизны и практической значимости. Анализ журналов для определения места публикации: выявление ядерных журналов, закон Бредфорда, индекс цитирования Хирша.

### **Раздел 3. Культура научной монологической и диалогической речи.**

**3.1. Правила подготовки научного доклада.** Отличительные особенности звучащей речи. Законы современной риторики. Требования к подготовке публичного выступления в зависимости от цели выступления. Жанры научной устной монологической (информационной речи): сообщение, реферативное сообщение, лекция, доклад. Разновидности докладов, объем и соблюдение регламента. Этапы подготовки научных докладов (выбор темы, подбор материалов, план выступления, работа над текстом, оформление материалов для устного представления, подготовка к выступлению). Основные ошибки при написании докладов на научную конференцию. Правила выступлений с презентацией на защите квалификационных работ и научных конференциях.

**3.2. Основные требования к ведению научной дискуссии.** Жанры диалогической устной научной речи: пресс-конференция как один из способов получения информации, научная беседа, научная дискуссия. Особенности академического этикета. О природе подлинного (продуктивного) спора. Культура спора/дискуссии: определение предмета спора, поведение полемистов, уважительное отношение к оппоненту. Правила убеждения оппонента: убеждение и аргументация, основные виды аргументов, структура доказательства, полемические приемы, искусство отвечать на вопросы. Основные стратегии и тактики ведения научных дискуссий. Подготовка к дискуссии и речевое поведение каждого участника.

## **4. Объем учебной дисциплины**

<i>Вид учебной работы</i>	<b>Объем дисциплины</b>		
	<b>ЗЕ</b>	<b>Акад. ч.</b>	<b>Астр. ч.</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>	<b>25,5</b>
Лекции (Лек)	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,06</b>	<b>74</b>	<b>55,5</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,06	73,8	55,35
Контактная самостоятельная работа		0,2	0,15
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачёт</b>		

## **6. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ**

### **6.1 Общесистемные требования к реализации ООП магистратуры**

Университет располагает на праве собственности или ином законном основании материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации программы магистратуры по Блоку 1 «Дисциплины (модули)» и Блоку 3 «Государственная итоговая аттестация» в соответствии с учебным планом.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», как на территории университета, так и вне ее. Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды могут быть созданы с использованием ресурсов иных организаций.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы;
- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения программы магистратуры;
- проведение учебных занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;
- взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействия посредством сети «Интернет».

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих. Функционирование электронной информационно-образовательной среды соответствует законодательству Российской Федерации.

Среднегодовое число публикаций научно-педагогических работников университета за период реализации ООП магистратуры в расчете на 100 научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) составляет не менее 2 в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science или Scopus, или не менее 20 в журналах, индексируемых в Российском индексе научного цитирования.

### **6.2 Требования к материально-техническому обеспечению ООП магистратуры**

Материально-техническая база университета соответствует действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Перечень материально-технического обеспечения включает: лекционные учебные аудитории (оборудованные видеопроекторным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет), помещения для проведения семинарских и практических занятий (оборудованные учебной мебелью), библиотеку (имеющую рабочие компьютерные места для обучающихся по программе магистратуры, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет), лаборатории, оснащенные современным оборудованием для выполнения научно-исследовательской работы, компьютерные классы. При использовании электронных изданий университет обеспечивает каждого обучающегося во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с трудоемкостью изучаемых дисциплин.

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей).

Материально-техническое обеспечение ООП магистратуры включает:

### **6.2.1 Оборудование, необходимое в образовательном процессе**

Компьютеры; МФУ.

Блок термостатирования исходной культуральной жидкости; блок химической мойки и дезинфекции; бустерный блок подачи культуральной жидкости; резервуар хранения культуральной жидкости; резервуар хранения лактата аммония; комплект напорных трубопроводов и трубопроводной арматуры; комплект приборов КИПА и предохранительной арматуры; мембранная ячейка; сменные мембранные модули; морозильник Смоленск; насосы центробежные.

Весы ВЛР-200; весы лабораторные АСОМ JW-1-300; кондуктометр SX723; электрический шкаф; электрокомпрессор.

*Парк лабораторных установок:* флотационная установка; установка электродиализная; установка мембранная ультрафильтрационная; стенд для изучения характеристик мембран; стенд для изучения газовой проницаемости полволоконных мембран; стенд для изучения процесса газоразделения на мембранах.

### **6.2.2 Учебно-наглядные пособия:**

Комплекты плакатов к лекционным курсам; наборы образцов различных материалов и мембранных модулей.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтеры и программные средства, проектор, экран; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **6.2.4 Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

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

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедр в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования; справочные материалы в печатном и электронном виде.

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) **и** подлежит ежегодному обновлению).

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит ежегодному обновлению.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, **в том числе отечественного производства** (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) **и подлежит обновлению при необходимости**).

При использовании в образовательном процессе печатных изданий, в университете сформирован библиотечный фонд, укомплектованный печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль), проходящих соответствующую практику.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), **в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий**, к современным

профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Для реализации основной образовательной программы подготовки магистров используются фонды учебной, учебно-методической, научной, периодической научно-технической литературы Информационно-библиотечного центра (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева и кафедр, участвующих в реализации программы.

Информационно-библиотечный центр РХТУ им. Д.И. Менделеева обеспечивает информационную поддержку реализации программы, содействует подготовке высококвалифицированных специалистов, совершенствованию учебного процесса, научно-исследовательской работы, способствует развитию профессиональной культуры будущего специалиста.

ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для реализации и качественного освоения обучающимися по программе магистратуры образовательного процесса по всем дисциплинам, практикам и ГИА основной образовательной программы подготовки магистров.

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2022 составляет 1 719 785 экз..

Фонд учебной и учебно-методической литературы укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 50 экземпляров каждого из изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, и не менее 25 экземпляров дополнительной литературы на 100 обучающихся.

Фонд дополнительной литературы включает помимо учебной литературы официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания.

Информационно-библиотечный центр обеспечивает самостоятельную работу обучающихся в читальных залах, предоставляя широкий выбор литературы по актуальным направлениям, а также обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

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

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ»	<p>Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2020 № 33.03-Р-3.1-2173/2020</p> <p>Сумма договора – 747 661-28</p> <p>С 26.09.2020 по 25.09.2021</p> <p>Договор от 26.09.2021 №33.03-Р-3.1-3824/2021</p> <p>С 26.09.2021 по 25.09.2022</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p> <p>Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3824/2021</p> <p>Сумма договора – 498445-10</p> <p>С 26.09.2021 по 25.09.2022</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	<p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> <p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания из коллекций других издательств в соответствии с Договором.</p>

		<p>Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3825/2021</p> <p>Сумма договора – 283744-98</p> <p>С 26.09.2021 по 25.09.2022</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	<p>«Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Инженерно-технические науки» - изд- ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Физика» - изд-ва «ЛАНЬ», а также отдельные издания из других коллекций издательства «ЛАНЬ» в соответствии с Договором.</p>
2	<p>Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)</p>	<p>Принадлежность – собственная РХТУ.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a></p> <p>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера</p>	<p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>
3	<p>Информационно- справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».</p>	<p>Принадлежность сторонняя. Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ-Центр»</p> <p>Контракт от 24.12.2021 216-277ЭА/2021</p> <p>Сумма договора – 887 604-00</p> <p>С 01.01.2022 по 31.12.2022</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a></p> <p>Количество ключей – 10 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.</p>	<p>Электронная библиотека нормативно- технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД</p>
4	<p>Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ)</p>	<p>Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ФГБУ РГБ Договор от 23.04.2021 № 33.03-Р-2.0-23269/2021</p> <p>Сумма договора – 398 840-00</p> <p>С 23.04.2021 по 22.04.2022</p>	<p>В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: «Экономические науки», «Юридические науки», «Педагогические науки» и «Психологические науки»;</p>

		<p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a></p> <p>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.</p>	<p>с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.</p>
5	БД ВИНТИ РАН	<p>Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора- ВИНТИ РАН Договор от 20.04.2022 № 33.03-Р-3.1-4426/2022</p> <p>Сумма договора - 100 000-00</p> <p>С 20.04.2022 по 19.04.2023</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a></p> <p>Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.</p>	<p>Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД – более 28 млн. документов</p>
6	Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»	<p>Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека, Договор от 24.12.2021 № SU-364/2021/33.03-Р-3.1-4085/2021</p> <p>Сумма договора – 1 309 275-00</p> <p>С 01.01.2022 по 31.12.2022</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте НЭБ.</p>	<p>Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.</p>

7	Справочно-правовая система «Гарант»	<p>Принадлежность – сторонняя Контракт от 27.12.2021 № 215-274ЭА/2021</p> <p>Сумма контракта 680 580-00</p> <p>С 01.01.2022 по 31.12.2022</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен</p>	Гарант – справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
8	Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ»	<p>Принадлежность – сторонняя «Электронное издательство ЮРАЙТ» Договор от 16.03.2022 № 33.03-Л-3.1-4377/2022</p> <p>Сумма договора – 478 304.00</p> <p>С 16.03.2022 по 15.03.2023</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.
9	Электронно-библиотечная система «Консультант студента»	<p>Принадлежность – сторонняя ООО «Политехресурс» Договор от 16.03.2022 № 33.03-Р-3.1-4375/2022</p> <p>Сумма договора – 258 488 - 00</p> <p>С 16.03.2022 по 15.03.2023</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».



10	Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»	Принадлежность – сторонняя ООО «ЗНАНИУМ», Договор от 06.04.2022 № 48 эбс/33.03-Р-3.1-4378/2022  Сумма договора – 31 500-00  С 06.04.2022 по 05.04.2023  Ссылка на сайт – <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>  Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.
11	Информационно-аналитическая система Science Index	Принадлежность – сторонняя ООО «Научная электронная библиотека»  Договор от 11.04.2022 № 33.03-Л-3.1-4376/2022  Сумма договора – 108 000-00  С 11.04.2022 по 10.04.2023  Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>  Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ.	Систематизация, корректировка профилей ученых РХТУ и университета в целом. Анализ публикационной активности сотрудников университета.

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>  
Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.
2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>  
В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.
3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>  
База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.
4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>  
Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.
5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>  
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
6. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>  
Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.
7. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>  
ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).
8. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>  
PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.
9. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>  
Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. По настоящее время.
10. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>  
Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.
11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)  
[http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru)  
Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:
  - Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
  - Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
  - Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
  - Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

### 6.3 Требования к кадровым условиям реализации ООП магистратуры

Реализация ООП магистратуры обеспечивается педагогическими работниками университета, а также лицами, привлекаемыми к реализации ООП магистратуры на иных условиях.

Квалификация педагогических работников университета соответствует квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках и (или) профессиональных стандартах.

**Не менее 70 процентов** численности педагогических работников университета, участвующих в реализации ООП магистратуры, и лиц, привлекаемых университетом к реализации ООП магистратуры на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к

целочисленным значениям), ведут научную, учебно-методическую и (или) практическую работу, соответствующую профилю преподаваемой дисциплины (модулю).

**Не менее 5 процентов** численности педагогических работников университета, участвующих в реализации ООП магистратуры, и лиц, привлекаемых университетом к реализации ООП магистратуры на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), являются руководителями и (или) работниками иных организаций, осуществляющими трудовую деятельность в профессиональной сфере, соответствующей профессиональной деятельности, к которой готовятся выпускники (имеют стаж работы в данной профессиональной сфере не менее 3 лет).

**Не менее 75 процентов** численности педагогических работников университета и лиц, привлекаемых к образовательной деятельности университетом на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), имеют ученую степень (в том числе ученую степень, полученную в иностранном государстве и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное в иностранном государстве и признаваемое в Российской Федерации).

Общее руководство научным содержанием ООП магистратуры осуществляется научно-педагогическим работником университета, имеющим ученую степень (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации), осуществляющим самостоятельные научно-исследовательские (творческие) проекты (участвующим в осуществлении таких проектов) по направлению подготовки, имеющим ежегодные публикации по результатам указанной научно-исследовательской (творческой) деятельности в ведущих отечественных и (или) зарубежных рецензируемых научных журналах и изданиях, а также осуществляющим ежегодную апробацию результатов указанной научно-исследовательской (творческой) деятельности на национальных и международных конференциях.

#### **6.4 Требования к финансовым условиям реализации ООП магистратуры**

Финансовое обеспечение реализации ООП магистратуры осуществляется в объеме не ниже значений базовых нормативных затрат на оказание государственных услуг по реализации образовательных программ высшего образования – программ магистратуры и значений корректирующих коэффициентов к базовым нормативам затрат, определяемых Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

#### **6.5 Требования к применяемым механизмам оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по ООП магистратуры**

Качество образовательной деятельности и подготовки обучающихся ООП магистратуры определяется в рамках системы внутренней оценки, а также системы внешней оценки, в которой университет принимает участие на добровольной основе.

В целях совершенствования ООП магистратуры при проведении регулярной внутренней оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по ООП магистратуры привлекает работодателей и (или) их объединения, иных юридических и (или) физических лиц, включая педагогических работников университета.

В рамках внутренней системы оценки качества образовательной деятельности по ООП магистратуры обучающимся предоставляется возможность оценивания условий, содержания, организации и качества образовательного процесса в целом и отдельных дисциплин (модулей) и практик.

Внешняя оценка качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по ООП магистратуры может осуществляться в рамках профессионально-общественной аккредитации, проводимой работодателями, их объединениями, а также уполномоченными ими организациями, в том числе иностранными организациями, либо авторизованными национальными профессионально-общественными организациями, входящими в международные структуры, с целью признания качества и уровня подготовки выпускников отвечающими требованиям профессиональных стандартов (при наличии) и (или) требованиям рынка труда к специалистам соответствующего профиля.

## 7 НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ОБУЧАЮЩИМИСЯ ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ

В соответствии с ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки *код и наименование* оценка качества освоения обучающимися ООП магистратуры включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию и ГИА обучающихся.

Нормативно-методическое обеспечение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и ГИА обучающихся по ООП магистратуры осуществляется в соответствии с ФГОС ВО 3++ и локальными нормативными актами университета.

*Текущий контроль, промежуточная аттестация и аттестационные испытания итоговой (государственной итоговой) аттестации выпускников ООП магистратуры*

Текущий контроль и промежуточная аттестация по всем видам учебной деятельности обучающихся осуществляется в соответствии с требованиями Положения о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятого решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенного в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД.

Текущий контроль успеваемости обучающихся обеспечивает оценку уровня освоения дисциплин, прохождения практик, выполнения ВКР и проводится преподавателем на любом из видов учебных занятий. **Обязательной составляющей текущего контроля успеваемости является учет преподавателями посещаемости учебных занятий обучающимися.** По результатам текущего контроля успеваемости три раза в семестр для всех курсов по всем дисциплинам проводится аттестация обучающихся.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзаменов, зачетов с оценкой и зачетов для всех курсов по дисциплинам и практикам, предусмотренным учебным планом направления подготовки **18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии нефтехимии и биотехнологии.** Результаты сдачи зачетов оцениваются на «зачтено», «не зачтено»; зачетов с оценкой и экзаменов – на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

При освоении настоящей ООП магистратуры изучение части дисциплин может быть заменено на онлайн-курсы, при условии, что в результате освоения онлайн-курса формируются те же компетенции (части компетенций), что и в рамках указанных дисциплин. Онлайн-курс должен быть выбран и реализован в соответствии с Положением о зачете результатов освоения открытых онлайн-курсов, реализуемых образовательными организациями, в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятого решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенного в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

ГИА осуществляется в соответствии с требованиями Положения о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятого решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.03.2020, протокол № 9, введенного в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 24.04.2020 № 31 ОД; Положения о выпускной квалификационной работе для обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятого решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.03.2020, протокол № 9, введенного в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 24.04.2020 № 31 ОД.

К ГИА допускаются обучающиеся, не имеющие академической задолженности и в полном объеме выполнившие учебный план по ООП магистратуры в соответствии с ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки **18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.** Для проведения ГИА в университете ежегодно формируются государственные экзаменационные комиссии (ГЭК) и апелляционные комиссии. Темы ВКР отражают актуальные проблемы, связанные с направлением подготовки **18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.** Университет утверждает перечень тем выпускных квалификационных работ, предлагаемых обучающимся (далее – перечень тем), и доводит его до сведения обучающихся не позднее чем за 6

месяцев до даты начала государственной итоговой аттестации.

Тема ВКР персонально для каждого обучающегося утверждается приказом проректора по университету перед началом выполнения выпускной квалификационной работы. Данным приказом утверждается также руководитель ВКР. Перед началом выполнения ВКР обучающийся совместно с руководителем составляет индивидуальный план подготовки и выполнения ВКР, предусматривающий очередность и сроки выполнения отдельных частей работы. Текст пояснительной записки ВКР проверяется на наличие неправомерных заимствований. Проверка осуществляется в соответствии с Положением о порядке проверки выпускных квалификационных работ и научных докладов об основных результатах подготовленных научно-квалификационных работ (диссертаций) на объем заимствования и их размещения в электронно-библиотечной системе 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.

Защита ВКР проводится на открытых заседаниях ГЭК с участием не менее двух третей ее состава. График защиты ВКР составляется по согласованию с обучающимися и доводится до сведения обучающихся не позднее, чем за 30 дней до начала работы ГЭК. Результаты работы ГЭК определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке протоколов заседаний комиссий. По окончании работы председатель ГЭК составляет отчет о проделанной работе.

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ГИА проводится с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

## 8 РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН, ПРАКТИК И ГИА

Рабочие программы дисциплин, практик и ГИА (перечисление дисциплин, практик и ГИА из учебного плана):

1. Социология и психология профессиональной деятельности
2. Деловой иностранный язык
3. Моделирование технологических и природных систем
4. Дополнительные главы математики
5. Информационные технологии в НИОКР
6. Управление наукоемкими проектами
7. Теоретические основы процессов массообмена
8. Гетерогенный катализ и промышленные каталитические процессы
9. Техническое регулирование
10. Автоматизированное управление химико-технологическими системами
11. Коммерциализация инновационных технологий
12. Логистика ресурсоэнергосбережения
13. Элементы экономического анализа в химической инженерии
14. Правовые и конфликтологические основы бизнеса
15. Методы оптимизация энергоресурсоэффективности химико-технологических систем
16. Мембранные процессы разделения в промышленности
17. Технологические расчёты в САПР при инжиниринге энерго- и ресурсосбережения в химической технологии
18. Современные сорбционно-каталитические процессы
19. Сорбционные процессы
20. Графические системы САПР при инжиниринге энерго- и ресурсосбережения в химической технологии
21. Физико-химия и технология разделения смесей
22. Автоматизация технологического проектирования при инжиниринге энерго- и ресурсосбережения в химической технологии
23. Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
24. Производственная практика: научно-исследовательская работа
25. Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты
26. Профессионально-ориентированный перевод
27. Научная публицистика

входящих в ООП по направлению подготовки **«18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»**, магистерская программа **«Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»**, выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

## 9 ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И ГИА ОБУЧАЮЩИХСЯ ООП МАГИСТРАТУРЫ

В соответствии с ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки *18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии* для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям ООП магистратуры разработаны ФОС по каждой дисциплине, практике, ГИА, включающие типовые задания, контрольные работы, вопросы к зачетам и экзаменам, средства и методы оценки, позволяющие оценить знания, умения, навыки и уровень приобретенных компетенций.

ФОС по дисциплинам, практикам, ГИА разрабатываются в соответствии с Порядком разработки и утверждения образовательных программ, утвержденным решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.06.2020, протокол № 12, введенным в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.06.2020 № 48-ОД.

ФОС по дисциплинам, практикам и ГИА (перечень дисциплин, практик и ГИА из учебного плана):

1. Социология и психология профессиональной деятельности
2. Деловой иностранный язык
3. Моделирование технологических и природных систем
4. Дополнительные главы математики
5. Информационные технологии в НИОКР
6. Управление наукоемкими проектами
7. Теоретические основы процессов массообмена
8. Гетерогенный катализ и промышленные каталитические процессы
9. Техническое регулирование
10. Автоматизированное управление химико-технологическими системами
11. Коммерциализация инновационных технологий
12. Логистика ресурсоэнергосбережения
13. Элементы экономического анализа в химической инженерии
14. Правовые и конфликтологические основы бизнеса
15. Методы оптимизация энергоресурсоэффективности химико-технологических систем
16. Мембранные процессы разделения в промышленности
17. Технологические расчёты в САПР при инжиниринге энерго- и ресурсосбережения в химической технологии
18. Современные сорбционно-каталитические процессы
19. Сорбционные процессы
20. Графические системы САПР при инжиниринге энерго- и ресурсосбережения в химической технологии
21. Физико-химия и технология разделения смесей
22. Автоматизация технологического проектирования при инжиниринге энерго- и ресурсосбережения в химической технологии
23. Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
24. Производственная практика: научно-исследовательская работа
25. Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты
26. Профессионально-ориентированный перевод
27. Научная публицистика

входящих в ООП по направлению подготовки **18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**, магистерская программа **«Инжиниринг**

**энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»**, выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

## **10 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНАМ, ПРАКТИКАМ И ГИА**

Методические материалы по дисциплинам, практикам и ГИА (перечень дисциплин, практик и ГИА из учебного плана):

1. Социология и психология профессиональной деятельности
2. Деловой иностранный язык
3. Моделирование технологических и природных систем
4. Дополнительные главы математики
5. Информационные технологии в НИОКР
6. Управление наукоемкими проектами
7. Теоретические основы процессов массообмена
8. Гетерогенный катализ и промышленные каталитические процессы
9. Техническое регулирование
10. Автоматизированное управление химико-технологическими системами
11. Коммерциализация инновационных технологий
12. Логистика ресурсоэнергосбережения
13. Элементы экономического анализа в химической инженерии
14. Правовые и конфликтологические основы бизнеса
15. Методы оптимизация энергоресурсоэффективности химико-технологических систем
16. Мембранные процессы разделения в промышленности
17. Технологические расчёты в САПР при инжиниринге энерго- и ресурсосбережения в химической технологии
18. Современные сорбционно-каталитические процессы
19. Сорбционные процессы
20. Графические системы САПР при инжиниринге энерго- и ресурсосбережения в химической технологии
21. Физико-химия и технология разделения смесей
22. Автоматизация технологического проектирования при инжиниринге энерго- и ресурсосбережения в химической технологии
23. Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
24. Производственная практика: научно-исследовательская работа
25. Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты
26. Профессионально-ориентированный перевод
27. Научная публицистика

входящих в ООП по направлению подготовки **18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»**, магистерская программа **«Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»**, выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.