

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

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 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:**

**«Кибернетика для инновационных технологий»**

(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:

д.т.н., профессор  
(ученая степень, ученое звание)

М.Б. Глебов  
(И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_ (подпись)

д.т.н., профессор  
(ученая степень, ученое звание)

Т.В. Савицкая  
(И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_ (подпись)

к.т.н., доцент  
(ученая степень, ученое звание)

А.С. Скичко  
(И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_ (подпись)

ООП магистратуры рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов протокол №\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Заведующий кафедрой кибернетики  
химико-технологических процессов  
д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ (подпись)

М.Б. Глебов

Согласовано:

начальник Учебного управления

\_\_\_\_\_ (подпись)

В.С. Мирошников

ООП магистратуры рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета «Факультета цифровых технологий и химического инжиниринга» протокол №\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Согласовано: Заместитель директора по науке АО Научный центр «Малотоннажная химия»

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

\_\_\_\_\_ (подпись)

А.М. Бессарабов  
(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 **«Кибернетика для инновационных технологий»**, 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, 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 Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 № 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**»;

– 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 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н;

– Профессиональный стандарт 40.057 «Специалист по автоматизированным системам управления машиностроительным предприятием», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28.09.2020 № 658 н;

– Профессиональный стандарт 40.062 «Специалист по качеству», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22.04.2021 № 276 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: 07.03.2022).

– 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: 07.03.2022);

– 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 ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27 марта 2020 г. № 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: 07.03.2022);

– 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 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: 07.03.2022).

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: 07.03.2022).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 07.03.2022).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 07.03.2022).

### **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, реализации программы магистратуры по индивидуальному учебному плану.

Объем программы магистратуры, реализуемый 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.с.

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

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

при обучении по индивидуальному учебному плану инвалидов и лиц с ОВЗ может быть увеличен по их заявлению не более чем на полгода по сравнению со сроком получения образования, установленным для соответствующей формы обучения.

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.

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 в зачетных единицах
Блок 1	Дисциплины (модули)	не менее 51
Блок 2	Практика	не менее 25
Блок 3	Государственная итоговая аттестация	не менее 6
Объем программы магистратуры		<u>120.</u>

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

Типы учебной практики:

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

Типы производственной практики:

научно-исследовательская работа.

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 участниками образовательных отношений. К обязательной части программы магистратуры относятся дисциплины (модули) и практики, обеспечивающие формирование общепрофессиональных компетенций, определяемых 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.

Реализация части (частей) программы магистратуры и проведение государственной итоговой аттестации, в рамках которой (которых) до обучающихся доводятся сведения ограниченного доступа и (или) в учебных целях используются секретные образцы вооружения, военной техники, их комплектующие изделия, не допускается с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

#### **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 в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии;
- промышленные установки и технологические схемы, включая системы автоматизированного управления;
- автоматизированные системы научных исследований и системы автоматизированного проектирования;
- 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;
- 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).

Задачами 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 практических умений и навыков использования современных математических методов, моделей, информационных и программных средств, лабораторного оборудования и приборов для решения широкого круга задач моделирования, оптимизации, автоматизированного проектирования и управления химическими, нефтехимическими, биотехнологическими производствами – объектами научно-исследовательской деятельности магистранта; формирование умений в области представления, обработки и оформления полученных в ходе эксперимента и компьютерного моделирования 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 входят выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

### **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 входного и 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

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
		команде, рефлексии своего поведения и лидерскими качествами.
Коммуникация	УК-4 – Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	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 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, выработать 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 коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок	ОПК-1.1 – Знает методологические основы научного знания, теоретические и эмпирические методы исследования. 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>				
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 работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	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	Профессиональный стандарт 40.011 «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 – б)
			ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности	
			ПК-1.3. Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов	
Выполнение	- Химическое,	ПК-2. Готов к	ПК-2.1 Знает теорию	Профессиональный стандарт 40.011

<p>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>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>анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации</p>	<p>эксперимента в области своей профессиональной деятельности и методики анализа явлений и процессов</p>	<p>«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 – б)</p>
			<p>ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ</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</p>	<p>- Химическое, химико-технологическое производство</p> <p>- Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-</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>Профессиональный стандарт 40.011 «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</p>
			<p>ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов</p>	
			<p>ПК-3.3 Владеет методами</p>	

технологической документации	исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).		оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности	руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – б)
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 работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-4 Способен решать исследовательские задачи в области профессиональной деятельности методом математического моделирования	<p>ПК-4.1 Знает принципы построения математических моделей, проверку их достоверности, последние достижения в развитии математического моделирования на основе теории искусственного интеллекта; соотношение математического и физического моделирования</p> <p>ПК-4.2 Умеет применять метод математического моделирования для решения исследовательских задач в области профессиональной деятельности, оптимизации энерго-ресурсосберегающих, экологически безопасных химических технологий</p> <p>ПК-4.3 Владеет приемами применения метода математического</p>	Профессиональный стандарт 40.011 «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 – б)

			моделирования для исследования отдельных технологических процессов и систем, в том числе с использованием специализированных компьютерных программных средств	
Исследование и разработка средств и систем автоматизации и управления различного назначения, в том числе жизненным циклом продукции и ее качеством применительно к конкретным условиям производства на основе отечественных и международных нормативных документов	- Химическое, химико-технологическое производство  - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-5 Способен решать базовые задачи управления технологическими объектами и системами в области своей профессиональной деятельности и управления качеством продукции на основе информационных компьютерных технологий	ПК-5.1 Знает основные законы регулирования, современные системы управления энерго- и ресурсосберегающими процессами химической технологии, нефтехимии и биотехнологии и их компьютерную реализацию ПК-5.2 Умеет разрабатывать базовые системы управления технологическими процессами и производством, строить схему управления, сравнивать и оценивать эффективность системы управления технологическими процессами, использовать современные программно-аппаратные средства автоматизированного управления, в том числе на основе искусственного интеллекта.	Профессиональный стандарт 40.057 "Специалист по автоматизированным системам управления машиностроительным предприятием" утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28.09.2020 N 658н Обобщенная трудовая функция D. Проектирование АСУП D/01.7 Разработка структуры АСУП (уровень квалификации – 7) D/04.7 Разработка интегрированной АСУП (уровень квалификации 7)  Профессиональный стандарт 40.062 "Специалист по качеству", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22.40.2021 N 276н Обобщенная трудовая функция Обобщенная трудовая функция
Разработка, исследование, внедрение и сопровождение в организациях всех видов деятельности систем управления				

<p>качеством, направленным на постоянное улучшение качества и повышение конкурентоспособности организации продукции и услуг в области профессиональной деятельности</p>			<p>ПК-5.3 Владеет основными положениями теории управления, навыками проектирования базовых схем управления технологическими объектами и системами в области своей профессиональной деятельности, методами контроля и управления качеством инновационной химической продукции на всех этапах жизненного цикла.</p>	<p>С. Управление качеством продукции (работ, услуг) в организации С/02.7. Обеспечение функционирования системы управления качеством (менеджмента качества) (уровень квалификации 7)</p> <p>С/03.7. Контроль выпуска продукции (работ, услуг), соответствующих требованиям технических регламентов, стандартов (технических условий), утвержденным образцам (эталонам) и технической документации, условиям поставок и договоров (уровень квалификации – 7)</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.*

1.1. Современное общество в условиях глобализации и информатизации. Основные этапы развития психологии.

1.2. Общее понятие о личности.

1.3. Социальные и психологические технологии самоорганизации и саморазвития личности.

1.4. Когнитивные процессы личности.

1.5. Функциональные состояния человека в труде. Стресс и его профилактика.

1.6. Психология профессиональной деятельности.

*Раздел 2. Познавательные процессы.*

2.1. Основные этапы развития субъекта труда.

2.2. Трудовая мотивация и удовлетворенность трудом.

2.3. Целеполагание и планирование в профессиональной деятельности.

- 2.4. Профессиональная коммуникация.  
 2.5. Психология конфликта.  
 2.6. Трудовой коллектив. Психология совместного труда.  
 2.7. 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</b>	<b>25,5</b>
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18	13,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,06</b>	<b>38</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,8	28,35
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачёт</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.
<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>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,06</b>	<b>38</b>	<b>28,5</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1.06	38	28.5
<b>Вид итогового 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 «Моделирование технологических и природных систем»**

**1 Цель дисциплины** – научить магистранта активно применять методы моделирования технологических и природных для решения конкретных задач при обработке экспериментальных данных, оптимизации, прогнозировании свойств, моделировании и управлении химико-технологическими процессами, создании новых технологий и технологических аппаратов.

**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:*

- основные положения моделирования технологических и природных систем;
- базовые понятия систем искусственного интеллекта;
- основные методы представления знаний: системы продукции, семантические сети, фреймы, логические модели, нейронные сети;
- основные методы инженерии знаний: извлечение, приобретение и формирование знаний;
- основные характеристики, классификацию и методы разработки экспертных систем.

*Уметь:*

- применять методы моделирования технологических и природных систем для решения практических задач в химической технологии;

- создавать компьютерные программы, вычислительный процесс которых базируется на методах и средствах моделирования технологических и природных систем;

*Владеть:*

- концептуальными подходами к решению прикладных проблем с позиций моделирования технологических и природных систем;
- приемами построения генетических алгоритмов для решения прикладных задач в химической технологии.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

Введение.

Причины использования моделей. Виды моделирования. Классификация моделей. Формы представления моделей. Виды моделирования. Структура курса. Учебная и ознакомительная литература.

*Раздел 1. Термодинамические основы моделирования технологических и природных систем.*

Математический аппарат термодинамических систем. Метод термодинамических функций состояния. Характеристические функции. Обратимый и необратимый процесс. Принцип действия тепловой и холодильной машины. Понятие энергии. Начала термодинамики.

*Раздел 2. Моделирование неоднородных систем.*

Экстенсивные и интенсивные параметры неоднородности. Закон сохранения и превращения энергии для неоднородных систем. Парциальные энергии для неоднородных систем. Энергоперенос и энергопревращение в однородной и неоднородной системе. Инергия и анергия как меры упорядоченной и неупорядоченной энергии.

*Раздел 3. Основные положения теории скалярных и векторных полей.*

Понятие скалярного поля. Основные характеристики скалярного поля. Поверхность уровня скалярного поля. Производная по направлению и градиент скалярного поля. Понятие векторного поля. Векторные линии векторного поля. Поток вектора векторного поля. Дивергенция векторного поля. Теорема Остроградского - Гаусса. Циркуляция векторного поля. Ротор векторного поля. Теорема Стокса. Потенциальное и соленоидальное векторное поле.

*Раздел 4. Принципы моделирования произвольных форм движения.*

Обобщение термодинамики на нетепловые формы движения. Понятие термодинамических сил и потоков. Структура фундаментального уравнения термодинамики неоднородных систем. Введение времени в закон сохранения энергии. Полевая и термодинамическая форма закона сохранения энергии. Аналитические выражения для упорядоченных и неупорядоченных работ. Единство процессов переноса и преобразования энергии. Критерии подобия процессов преобразования энергии.

#### 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		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** – подготовка студентов в области информационного сопровождения научной деятельности, привитие навыков самостоятельного поиска химической информации в различных источниках.

**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:*

- основные составляющие информационного обеспечения процесса сопровождения научной деятельности, понятия и термины;

- основные отечественные и зарубежные источники профильной информации;

- общие принципы получения, обработки и анализа научной информации;

*Уметь:*

- выделять конкретные информационные технологии, необходимые для информационного обеспечения различных научных потребностей;

- находить профильную информацию в различных отечественных и зарубежных информационных массивах;

- обрабатывать и анализировать данные с целью выявления релевантной информации,

*Владеть:*

- знаниями о современных автоматизированных информационно-поисковых системах (АИПС), их возможностях, способах взаимодействия с ними;

- практическими навыками информационного поиска с помощью технологий телекоммуникационного доступа и Интернет-технологий;

- основными подходами для анализа полученной данных и использования их в своей профессиональной деятельности.

#### 3 Краткое содержание дисциплины

**Раздел 1. Основные понятия и термины. Государственная система научно-технической информации. Информационные издания и Базы данных.**

**1.1. Общие сведения, определения, понятия в области информационных технологий и информационных систем.** Рассеяние и старение информации. Специфика информации по химии и

химической технологии. Информационные системы (ИС) и информационные технологии. Структура и классификация ИС. Этапы развития информационных технологий. Виды информационных технологий. Информационные ресурсы. Автоматизированные информационно-поисковые системы (АИПС). Диалоговые поисковые системы: основные функции и возможности, способы доступа. Основные компоненты телекоммуникационного доступа к ресурсам АИПС. Алгоритм информационного поиска в режиме теледоступа. Выбор лексических единиц, использование логических и позиционных операторов. Информационно-поисковый язык. Логика и стратегия поиска.

**1.2. Реферативные журналы. Описание основных существующих баз данных.** Реферативные журналы: Реферативный журнал «Химия», «Chemical Abstracts». Структура, указатели, алгоритмы различных видов поиска. Базы данных (БД). Банки данных. Структура, функции, назначение. Типы баз данных и банков данных.

**Раздел 2. Информационные ресурсы сети Internet. Отечественные источники информации по химии и смежным областям.**

**2.1. АИПС Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) и АИПС STN-International.** Основные Базы данных ВИНИТИ. Предметное содержание и наполнение. Структура документов в БД ВИНИТИ. Информационно-поисковый язык. Поисковая стратегия. Информационно-поисковая система STN-International. Особенности АИПС STN-International. Организация и возможности поиска. Различные виды поиска: (STN-easy, STN Express, STN on the Web и др.).

**2.2. Виды источников информации, индексы цитирования, классификаторы, тематический поиск.** Знакомство с основными видами источников информации: монографии, диссертации, авторефераты, статьи, патенты, депонированные рукописи, тезисы конференций, сетевые публикации, стандарты и т.п. Особенности оформления ссылок на данные источники. Использование отечественных баз данных РГБ, ГПНТБ, ВИНИТИ, РНБ и др. Использование возможностей библиотеки eLibrary. Индексы цитирования. Тематический поиск.

**Раздел 3. Информационные ресурсы сети Internet. Зарубежные источники информации по химии и смежным областям.**

**3.1. Обзор существующих зарубежных информационных источников в области химии, химической технологии и смежных наук.** Информационные порталы и сайты электронных изданий: сайт электронных журналов Американского химического общества, портал Informaworld издательства TAYLOR&FRANCIS, информационный портал SCIENCE DIRECT издательства ELSEVIER, порталы издательств SPRINGER, WILLEY&SONS и др.

**3.2. Информационные возможности Science Direct и электронного издания Американского химического общества.** Science Direct: поисковый интерфейс, поисковый язык, наукометрические функции, дополнительные функции. Электронные издания Американского химического общества. Общая характеристика. Информационные и поисковые возможности. Понятие DOI. Поисковый язык.

**3.3. Зарубежные информационные системы агрегаторы научно-технической информации.** Агрегаторы научно-технической информации Reaxys, Web of Science, Scopus, Google Academy. Индексы цитирования. Тематический поиск.

**Раздел 4. Источники патентной информации.**

**4.1. Основные понятия объектов интеллектуальной собственности.** Понятие объектов интеллектуальной собственности. Патентная документация как информационный массив. Основные понятия и определения в области патентования. Объекты изобретений. Патентное законодательство. Международная патентная классификация (МПК). Патентный поиск. Особенности и виды поиска.

**4.2. Отечественные и зарубежные автоматизированные информационно-поисковые системы патентной информации.** Характеристика, организация, возможности поиска. БД Федерального института промышленной собственности (ФИПС). Состав и возможности доступа. Структура патентного документа в БД. БД Американского патентного ведомства United States Patent and Trademark Office (USPTO). Состав БД USPTO. Возможности доступа. Структура патентного документа в БД. БД ESPACENET. Коллекция патентных БД ESPACENET. Возможности доступа. Структура патентного документа в БД. Виды и возможности поиска.

## Раздел 5. Интернет как технология и информационный ресурс.

**5.1. Интернет как технология.** Использование технологии вебинаров в учебном процессе. Совместная работа над документами и организации совместного онлайн пространства для научной работы. Эффект самоорганизации в глобальной компьютерной сети. Характеристика социальных сетей. Понятие о блогосфере. Использование систем контроля версий GitHub. Виды поисковых машин. Структура и принцип работы поисковых машин.

**5.2. Поисковые системы и энциклопедические порталы.** Поисковая система Google. Приемы поиска информации. Сервисы портала Google. Электронная почта Gmail и сервис GoogleTalk. Поиск научной информации в GoogleScholar. Автоматический переводчик веб-страниц. Энциклопедические порталы Интернет. Технология Wiki. История возникновения и структура свободной энциклопедии Wikipedia.

Общее количество разделов 5.

### 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>0,96</b>	<b>34</b>	<b>25,5</b>
Лекции	0,48	17	12,75
Лабораторные работы (ЛР)	0,48	17	12,75
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,04</b>	<b>74</b>	<b>55,2</b>
Контактная самостоятельная работа	2,04	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		73,6	55,20
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Управление наукоемкими 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 наукоемких 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.

*Раздел 1. 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.

*Раздел 2. 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.

*Раздел 3. 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.

*Раздел 4. 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.

*Раздел 5. 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.

*Раздел 6. 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.

*Раздел 7. 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.

*Раздел 8. 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>38,25</b>
Лекции	0,45	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,97	35	26,25
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,58</b>	<b>57</b>	<b>42,75</b>
Контактная самостоятельная работа	1,58	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		56,6	42,45
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачёт с оценкой</b>		

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

### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### «Компьютерные системы проектирования и управления химическими производствами»

**1 Цель дисциплины** – научить магистрантов теоретическим знаниям и практическим

умениям и навыкам использования современных математических методов, моделей, информационных и программных средств для решения широкого круга задач автоматизированного проектирования и управления химическими производствами.

## **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, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

*Знать:*

- методы исследования химических производств как объектов проектирования и управления;
- основы создания и организации компьютерных человеко-машинных систем проектирования и управления химическими производствами;
- методы моделирования и проектирования химических производств, в том числе в условиях неопределенности;
- модели, методы и комплексы программных средств для проектирования химических производств с учетом требований эксплуатационной надежности и промышленной безопасности;
- методы и алгоритмы прямого цифрового управления химико-технологическими процессами и алгоритмы управления аппаратами периодического действия;
- теоретические основы проектирования и управления химическими производствами с использованием систем поддержки принятия решений.

*Уметь:*

- проводить анализ типового оборудования и установок химических производств как объектов проектирования и управления;
- ставить и формулировать задачи моделирования и проектирования оборудования, установок химических производств, а также контроля и управления качеством химической продукции в условиях неопределенности;
- исследовать природу неопределенности в задачах проектирования и управления химическими производствами и выбирать методы решения данных классов задач;
- использовать методы принятия решений для анализа и выбора альтернатив в процессе многокритериального принятия решений при проектировании и управлении химическими производствами;
- проводить расчеты надежности оборудования и установок химических производств;
- проводить анализ оборудования и установок химических производств как источников техногенной опасности на стадии проектирования;
- проводить расчеты дискретных моделей объектов управления и проектирование цифровых регуляторов;
- разрабатывать математические модели процессов смены состояний с использованием модели конечного автомата и теории классических сетей Петри.

*Владеть:*

- методами формализации задач проектирования и управления химическими производствами в детерминированных условиях и в условиях неопределенности;
- навыками использования универсального и специализированного программного обеспечения для моделирования и синтеза химико-технологических систем (ХТС), контроля качества химической продукции, расчетов показателей надежности элементов, оборудования и установок ХТС, оценки последствий аварий на химически опасных объектах;
- навыками формализованного представления моделей логического управления аппаратами периодического действия;
- практическими навыками использования современного программного обеспечения для управления химико-технологическими системами.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Системный анализ химических производств как объектов проектирования и управления*

1.1. Основные понятия, определения и терминология: проектирование, проект, процесс проектирования, объект проектирования, проектные процедуры и проектные операции, системы и виды систем в иерархии химического производства. Химические производства как объекты проектирования и управления.

1.2 Процессы проектирования и управления химическими производствами как объекты автоматизации. Краткий исторический очерк развития отечественных и зарубежных систем автоматизированного проектирования и управления химическими производствами. Человеко-машинные системы для поддержки процессов проектирования и управления химическими производствами. Типовая структура человеко-машинной системы. Функциональное, оптимальное и системное проектирование. Необходимость создания компьютерных систем проектирования и управления химическими производствами.

*Раздел 2. Общие вопросы проектирования химических производств*

2.1. Задачи и основные направления проектирования химических производств.

2.2. Основные части проекта химического предприятия. Проектная документация. Типовая структура технологического регламента химического производства.

2.3. Основные этапы проектирования химических производств: предпроектные исследования, разработка задания на проектирование, инженерное (эскизное) проектирование, техническое проектирование.

2.4. Проблема выбора вариантов проектных решений: задачи выбора при проектировании химических производств, методы проектирования. Принятие решений при проектировании химических производств. Основные понятия и определения: альтернативы, цели и критерии. Классификация задач принятия решений.

*Раздел 3. Основы создания и организации компьютерных систем проектирования химических производств*

3.1. Функциональная структура компьютерной системы проектирования химических производств: состав и назначение подсистем. Общесистемные принципы создания компьютерных систем проектирования и информационных систем в ее составе.

3.2. Методическое, лингвистическое и организационное обеспечение компьютерных систем проектирования химических производств.

3.3. Виды комплексов и компонентов компьютерных систем проектирования: программно-методический и программно-технический комплексы. Состав программного обеспечения компьютерных систем проектирования: общесистемное, базовое и прикладное. Методо- и проблемно-ориентированные универсальные и специализированные пакеты прикладных программ.

3.4. Информационное обеспечение компьютерных систем проектирования. Основные понятия и определения. Способы организации и хранения информации. Состав информационного обеспечения компьютерной системы проектирования химических производств: базы данных, банки данных, системы управления базами данных (СУБД).

3.5. Функциональная структура типовой системы поддержки принятия решений (СППР). Стратегии проектирования химических производств с использованием СППР.

3.6. Лабораторная информационная менеджмент система (ЛИМС) как средство автоматизации анализа, контроля и управления качеством химической продукции. Определение. Основные функции. Отечественные и зарубежные ЛИМС.

*Раздел 4. Математическое обеспечение компьютерных систем проектирования химических производств*

4.1. Виды математических моделей, используемых при решении задач технологического проектирования химических производств.

4.2. Метод структурного моделирования.

4.3. Методы синтеза химико-технологических систем (ХТС): декомпозиционный, эвристический, интегрально-гипотетический и эволюционный.

4.4. Методы проектирования оптимальных технологических систем химических производств.

Метод минимаксного критерия, метод многоуровневой оптимизации, метод "ветвей и границ", методы дискретного программирования.

4.5. Методы синтеза ХТС в условиях неопределённости. Схема "гибели и размножения".

*Раздел 5. Проектирование химических производств с учетом требований надежности и промышленной безопасности*

5.1. Основные нормативные и нормативно-методические документы, регламентирующие проектирование химических производств с учетом требований промышленной безопасности.

5.2. Методы проектирования химических производств с позиций надежности технических систем. Основные понятия теории надежности. Методы расчета аппаратурной и функциональной надежности простых и сложных систем. Резервирование как способ повышения надежности технических систем.

5.3. Структурные, логико-вероятностные, вероятностные методы расчета надежности комбинированных систем. Методы разложения по базовому элементу и «путей и сечений». Модели расчета надежности резервированных систем с использованием Марковских процессов. Использование универсального программного обеспечения для расчетов надежности элементов и оборудования химико-технологических систем.

5.4. Методики оценки последствий химических аварий (ТОКСИ-2, ТОКСИ-3): сравнительный анализ допущений, назначения, основные расчетные соотношения, области применения при проектировании химических производств.

5.5. Модели и методики оценки последствий взрывов на химически опасных объектах. Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей: назначение, основные расчетные соотношения, области применения при проектировании химических производств.

5.6. Основные сведения об общих требованиях обеспечения пожарной безопасности технологических процессов. Основные расчетные соотношения для определения последствий пожаров «огненного шара», пролива, вспышки, факельного горения. Их использование при проектировании химических производств.

5.7. Специализированное программное обеспечение для проектирования химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств с учетом требований промышленной безопасности. Примеры практического использования при реализации современных проектов.

*Раздел 6. Основы построения и организации компьютерных систем управления технологическими процессами химических производств*

6.1. Структура интегрированной автоматизированной системы управления химическими предприятиями.

6.2. Основные методы и принципы построения иерархических систем управления. Распределенные системы управления.

*Раздел 7. Методы и алгоритмы прямого цифрового управления химико-технологическими процессами*

7.1 Структура систем прямого цифрового управления. Основные элементы системы: мультиплексор, квантователь, фиксатор.

7.2 Дискретные системы. Классификация дискретных систем управления.

7.3 Виды модуляции сигнала в дискретных системах.

7.4 Математическое описание процесса квантования. Решетчатая функция. Условие неискаженной передачи информации в дискретных системах, дискретное преобразование Лапласа (Z-преобразование). Свойства Z-преобразования.

7.5 Дискретная передаточная функция. Методы расчета дискретных моделей. Представление цифровых систем в пространстве состояний.

7.6 Методы проектирования цифровых регуляторов. Расчет параметров цифрового ПИД-регулятора.

*Раздел 8. Модели, методы и алгоритмы логического управления аппаратами периодического действия и процессами их взаимодействия в многостадийных химико-технологических системах*

8.1 Виды и формы представления модели логического управления. Модель технологической стадии многостадийного технологического процесса в виде графа смены состояний. Понятие элементарных технологических операций технологической стадии. Математическое описание графа

смены состояний аппарата периодического действия в терминах теории множеств.

8.2 Определение классической сети Петри. Описание смены состояний в аппаратах периодического действия с использованием теории классических сетей Петри.

8.3 Правильные сети Петри: определение, классификация.

8.4 Алгоритмы логического управления процессом взаимодействия аппаратов периодического действия многостадийных ХТС.

8.5. Сети Петри с входами и выходами.

*Раздел 9. Системы поддержки принятия решений в компьютерных системах проектирования и управления химическими производствами*

9.1 Эвристические методы принятия решений. Матрицы решений, таблицы решений и деревья решений. Метод обобщенной ранжировки на основе парных сравнений по индивидуальным ранжировкам экспертов.

9.2 Аксиоматический подход к принятию решений. Понятие полезности, предпочтения. Аксиомы многокритериальной теории полезности. Принятие решений при задании предпочтений в форме отношений.

9.3 Метод анализа иерархии и метод ранжирования альтернатив для решения многокритериальных задач принятия решений.

9.4 Интеллектуальные методы поддержки принятия решений при проектировании и управлении химическими производствами в условиях неопределенности: на основе нечеткой логики, экспертных систем и другие. Сравнительный анализ, области применения, достоинства и недостатки.

9.5 Стандартные оболочки систем поддержки принятия решений: основные функциональные возможности, области применения при проектировании химических производств.

#### 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>8</b>	<b>288</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2.8</b>	<b>102</b>	<b>76.5</b>
Лекции	0.933	34	25.5
Практические занятия (ПЗ)	0.933	34	25.5
Лабораторные работы (ЛР)	0.933	34	25.5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4.2</b>	<b>150</b>	<b>112.5</b>
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	4.2	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы)		150	112.5
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен (если предусмотрен УП)</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 «Хеометрика»

**1 Цель дисциплины** – овладение магистрантами структурными методами и алгоритмами обработки больших массивов экспериментальных данных, в том числе многомерного статистического анализа, оптимизации аналитической информации в области химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

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

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.3; ПК-2.2; ПК-4.1; ПК-4.2

Знать:

- предмет и метод хемометрики;
- основы теории и методы измерений;
- методы обнаружения и обработки сигналов;
- смысл операции градуирования и применяемые методы;
- основные свойства корреляционной матрицы;
- структурные методы регрессионного анализа;
- назначение стохастического факторного анализа, устойчивость статистического оценивания;
- методы разложения сложных сигналов на простые;
- методы распознавания образов, кластерного анализа.

Уметь:

- интерпретировать результаты измерений, оценивать их погрешность, формировать матрицы данных;
- выполнять статистическую обработку информации; выбирать адекватный метод градуирования и применять калибровочные кривые в химическом анализе;
- разрабатывать и практически применять алгоритмы обработки информации;
- разрабатывать и практически применять алгоритмы различных вариантов факторного анализа; определять сложность сигналов и выполнять их разрешение;
- разрабатывать и применять алгоритмы автоматической классификации.

Владеть:

- методами эксплуатации современного информационного оборудования, практикой применения пакетов прикладных программ по изученной дисциплине.

### 3 Краткое содержание дисциплины

**Введение.** Предмет и методы хемометрики в рамках аналитических методов, используемых в химической технологии, биотехнологии и нефтехимии. Цели и задачи курса. Методические рекомендации студентам.

*Раздел 1. Обнаружение и обработка сигналов. Проекционные методы анализа данных.*

1.1 Обнаружение аналитических сигналов. Связь аналитического сигнала с измеряемой физической характеристикой нанообъектов. Обнаружение сигналов аналита и фона. Предел обнаружения. Точечное и интервальное оценивание предела обнаружения сигнала. Проверка гипотез об отличии сигнала аппарата от сигнала фона. Определение погрешности обнаружения сигнала аналита по неравенству Чебышева. Непараметрические критерии. Критерий Вилкоксона.

1.2 Обработка сигналов. Регрессионный анализ как основной метод обработки сигналов. Методы наименьших квадратов и максимального правдоподобия. Методы увеличения отношения «сигнал/шум»: фильтрация и модуляция сигналов. Спектральный анализ: быстрое преобразование Фурье, преобразование Адамара.

1.3 Проекционные методы анализа данных: МГК и МПЛС. Изучение проекционных методов анализа: метод главных компонент (МГК) и метод проекции на латентные структуры (МПЛС). Матрицы счетов, нагрузок и остатков. Требования к матрице исходных данных. Алгоритм МГК и МПЛС. Анализ результатов, полученных проекционными методами.

*Раздел 2. Градуирование (калибровка).*

2.1 Постановка задачи градуирования и подготовка данных. Постановка задачи градуировки при определении характеристик промышленных нанообъектов. Линейная и нелинейная градуировка. Калибровка и проверка, критерии оценки качества калибровки. Неопределенность, точность и воспроизводимость. Проблемы недооценки и переоценки. Проблема с мультиколлинеарностью при многомерной калибровке. Требования к анализируемым данным.

2.2 Классическая калибровка. Калибровка по одному каналу (однофакторная). Метод Фирордта на примере анализа спектров. Непрямая калибровка.

2.3 Обратная калибровка. Метод множественной линейной регрессии. Метод пошаговой калибровки как способ снижения переоценки.

2.4 Калибровка на латентных переменных. Применение проекционных методов, как инструмента градуирования. Определение эффективной размерности многомерных данных. Анализ взаимоотношений образцов, содержащих нанообъекты. Исследование роли переменных. Регрессия на латентных переменных и ее практическое применение. Регрессия на главные компоненты.

### Раздел 3. Классификация.

3.1 Постановка задачи классификации и подготовка данных. Постановка задачи классификации: обучение с учителем и без. Ошибка классификации. Рост сложности задачи с ростом числа переменных. Подготовка данных.

3.2 Классификация с учителем. Методы классификации с учителем: линейный дискриминантный анализ, квадратичный дискриминантный анализ, метод PLS дискриминации, формальное независимое моделирование аналогий классов, метод k ближайших соседей.

3.3 Классификация без учителя. Применение метода главных компонент для классификации образцов. Кластеризация с помощью K-средних.

### Раздел 4. Разрешение многомерных кривых.

4.1 Постановка задачи, условия разрешимости, особенности хроматографических и кинетических типов данных. Постановка задачи разрешения многомерных кривых. Проблема неоднозначности решения и условия разрешимости. Особенности данных различного типа. Применение метода главных компонент для оценки числа химических компонентов для поиска решения задачи разрешения кривых и для создания основы для факторного анализа.

4.2 Факторный анализ. Шкалирующие и вращающие преобразования. Прокрустов анализ. Эволюционный факторный анализ. Оконный факторный анализ.

4.3 Итерационные методы. Итерационный целевой факторный анализ. Метод чередующихся наименьших квадратов. Кинетическое моделирование спектральных данных.

### 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>1,9</b>	<b>68</b>	<b>51</b>
Лекции	0,5	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,5	17	12,75
Лабораторные работы (ЛР)	0,9	34	25,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,1</b>	<b>76</b>	<b>57</b>
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	2,1	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы)		75,6	56,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Базы данных: методы создания и проектирования»

**1. Цель дисциплины** – научить магистрантов теоретическим знаниям, практическим умениям и навыкам самостоятельного проектирования и реализации реляционных баз данных различной сложности с использованием современных инструментов проектирования для решения учебных, научных и прикладных задач в химической технологии.



## 2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен

обладать следующими компетенциями:

УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.2; ПК-3.2

знать:

- различные модели представления данных;
- основные этапы и методологии проектирования баз данных;
- теорию реляционных баз данных и реляционную алгебру;
- язык структурированных запросов к базам данных SQL (Structured Query Language);
- требования, предъявляемые к СУБД (Системам Управления Базами Данных) различных классов

уметь:

- анализировать предметную область и формулировать задачи проектирования баз данных;
- проектировать логические и физические модели данных;
- создавать запросы с использованием языка SQL;

владеть:

- методами реализации структур баз данных в современных СУБД;
- навыками работы с инструментальными средствами управления СУБД;

## 3. Краткое описание дисциплины

### Введение

Цели и задачи курса. Краткий исторический очерк развития отечественных и зарубежных подходов к созданию баз данных. Основные понятия в области баз данных и СУБД.

### Раздел 1. Проектирование баз данных

1.1. Модели представления данных: иерархическая, сетевая, реляционная, постреляционные модели данных;

1.2. Основные этапы и методологии проектирования баз данных;

1.3. Обзор инструментальных средств проектирования баз данных;

1.4. Анализ предметной области и построение логической модели данных;

### Раздел 2. Реляционная модель данных и реляционная алгебра

2.1. Основные определения реляционной модели данных;

2.2. Основные операции реляционной алгебры: выборка, проекция, объединение, пересечение, разность, декартово произведение, деление, тета-соединение

2.3. Построение физической модели данных в виде ER-диаграммы (Entity-Relationship, диаграмма Сущность-Связь)

### Раздел 3. Стандартный язык управления базами данных SQL (Structured Query Language)

3.1. Назначение SQL, основные сценарии применения.

3.2. Уровни и диалекты языка SQL. Команды языка: управления структурой данных, изменения данных, выборки данных, управления объектами СУБД.

3.3. Синтаксис основных команд языка SQL.

3.4. Практика построения запросов к СУБД на языке SQL на примерах конкретных задач.

**Заключительная лекция** по подведению итогов курса.

## 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
Лабораторные работы (ЛР)	0,95	34	25,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,58</b>	<b>93</b>	<b>69,75</b>

Контактная самостоятельная работа ( <i>АттК из УП для зач / зач с оц.</i> )	2,58	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины ( <i>или другие виды самостоятельной работы</i> )		92,8	69,6
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачёт</b>		

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Инженерное творчество в химии и химической технологии»**

**1 Цель дисциплины** – целенаправленно подготовить магистранта к творческой деятельности, к генерированию новых нестандартных идей; сформировать у магистранта системное творческое инженерное мышление; развить способность генерировать новые высокоэффективные нестандартные технические решения и их успешно воплощать в виде изобретений и патентов при создании новых технологий, материалов, процессов и аппаратов химической технологии.

**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; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3*

*Знать:*

- теорию принятия решений и исчисление решения изобретательских задач;
- основные положения технического творчества;
- эвристические методы творчества и изобретательской деятельности;
- теорию решения изобретательских задач;
- компьютерные методы поискового конструирования;
- морфологический метод анализа и синтеза технических объектов и систем.

*Уметь:*

– генерировать новые высокоэффективные нестандартные технические идеи и решения и успешно их воплощать в виде изобретений и патентов при создании новых технологий, материалов, процессов и аппаратов химической технологии.

*Владеть:*

- методами качественного и количественного анализа химико-технологических процессов;
- методами выявления проблем и противоречий в ситуациях создания новых процессов и аппаратов химической технологии;
- методами оптимального синтеза структуры исследуемого объекта;
- методами изобретательской и инновационной деятельности.

**3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Основные понятия изобретательства.*

Законы развития технических систем. Изобретательские задачи. Изобретение и его признаки. Уровни изобретательских решений. Международная классификация изобретений.

*Раздел 2. Поиск технических решений.*

Общая характеристика приемов поиска технических решений. Метод проб и ошибок. Эвристические приемы решения изобретательских задач. Методы активизации творческого мышления: мозговой штурм; метод контрольных вопросов; синектика; метод фокальных объектов; метод ассоциаций и гирлянд случайностей; метод морфологических матриц.

*Раздел 3. Основные понятия инженерного творчества.*

Синтез физических принципов действия. Технический и технологический объект. Иерархия описаний технических и технологических объектов. Техническая функция. Функциональная структура. Физический принцип действия. Фонд физико-технических эффектов. Список требований к техническому объекту. Синтез физического принципа действия по заданной физической операции. Пример синтеза физического принципа действия.

*Раздел 4. Метод Коллера. Вепольные системы.*

Правила преобразования веполя. Пример решения задачи с применением веполей.

*Раздел 5. Теория решения изобретательских задач.*

Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ). Пример решения изобретательской задачи с применением АРИЗ.

*Раздел 6. Морфологический метод анализа и синтеза технических объектов и систем.*

Понятие морфологии. Морфологический анализ и синтез. Морфологический ящик. Два подхода к разработке морфологических таблиц: конструктивно-функциональный анализ технической системы; выделение функционально-значимых отношений. Два подхода к морфологическому синтезу: на основе четких критериев качества; на основе нечетких критериев качества. Показатели качества проектных решений. Учет субъективных факторов экспертов. Методы морфологического синтеза при наличии прототипа. Методы морфологического синтеза в отсутствие прототипа. Морфологический метод древовидного синтеза. Морфологический метод лабиринтного синтеза. Морфологический метод блочно-лабиринтного синтеза. Морфологический анализ и синтез на И-ИЛИ-графах.

*Раздел 7. Построение метода синтеза эвристических приемов.*

Интерпретация и конкретизация обобщенных эвристических приемов. Процедура инверсии эвристических приемов. Верификация метода синтеза эвристических приемов и формирование объектно-ориентированных фондов эвристических приемов. Классификация объектов и процессов химической технологии. Классификация параметров и математических моделей химического процесса, химической реакции и механизма химической реакции. Верификация метода синтеза эвристических приемов на технологических решениях. Классификация параметров и математических моделей физико-технических эффектов для контактного аппарата, контактной ступени и контактного устройства аппарата. Верификация эвристических приемов на технических решениях. Информационно-поисковая система по эвристическим приемам. Метод решения задач концептуального проектирования на основе использования системы «конфликт – частный эвристический прием». Архитектура информационно-поисковой системы.

*Раздел 8. Изобретающая программа «Новатор».*

Постановка задачи. Блок-схема изобретающей программы «Новатор». Анализ ситуации. Разработка концепции. Сравнение концепций. Поиск в базе данных. Редактирование исследовательского отчета.

**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)	0,95	34	25,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,58</b>	<b>93</b>	<b>69,75</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,58	93	69,75
<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**

**«Методы оптимизации энерго-ресурсосберегающих химико-технологических систем»**

**1 Цель дисциплины** – овладение магистрантами системно-аналитическими принципами, теоретическими основами и методами оптимизации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*УК-1.1; УК-1.2; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.2; ПК-4.3.*

*Знать:*

принципы, теоремы и методы оптимизации сложных объектов химической технологии с непрерывным и периодическим режимом работы технологических аппаратов;

*Уметь:*

практически применять приобретенные в процессе изучения дисциплины знания для решения задач оптимизации химико-технологических систем;

*Владеть:*

вычислительной техникой, алгоритмами оптимальной организации ХТС и пакетами прикладных программ.

## **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Особенности объекта оптимизации, варьируемые переменные, иерархия критериев, классификация подходов к оптимизации*

1.1. Особенности химико-технологических систем. Множества варьируемых переменных в задачах энерго-ресурсосбережения в химико-технологических системах. Описание топологии систем.

1.2. Классификация подходов к оптимизации. Подходы к созданию энерго-ресурсосберегающих ХТС. Иерархия критериев.

*Раздел 2. Элементы классического подхода к оптимизации ХТС*

2.1. Постановка задачи оптимизации. Основные понятия. Формулировка задач одномерной и многомерной безусловной оптимизации. Классификация задач оптимизации. Необходимые и достаточные условия существования экстремума функций одной и нескольких переменных. Формулировка задач линейного и целочисленного программирования.

2.2. Условная оптимизация. Понятие условного экстремума. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Задача оптимального распределения объема каскада реакторов

2.3. Методы геометрического и динамического программирования. Геометрическое программирование. Математическая формулировка принципа оптимальности в динамическом программировании. Задача оптимизации для каскада химических реакторов.

2.4. Методы линейного и целочисленного программирования. Понятие области решения. Симплекс-метод Данцига решения задачи линейного программирования. Метод искусственного базиса. Задача оптимальной организации производства продукции при ограничении запасов сырья. Пример решения задачи целочисленного программирования МИЛР.

*Раздел 3. Методы оптимальной организации систем*

3.1. Основные положения и постулаты. Понятие организованности системы. Развитие смысловых трактовок понятия энтропии. Основные положения и постулаты метода оптимальной организации систем. Иерархическая структура химико-технологической системы и ее представление с позиции теории информации.

3.2. Критерии организованности системы. Информационный и термодинамический КПД. Понятие фактора затрат. Весовой коэффициент.

3.3. Стратегии и алгоритмы решения оптимизационных задач. Вывод характеристики дифференциации функций ХТС. Оптимальная дифференциация функций многоцелевого процесса между потоками продуктов. Оптимальная организация системы в процессе ее элементного усложнения. Методы распределения затрат между потоками многопоточных элементов (теплообмен). Стратегия и алгоритм оптимальной организации ХТС с заданным типом и множеством элементов. Стратегия и алгоритм оптимальной организации ХТС в условиях неопределенности элементной и топологической структур.

*Раздел 4. Решение практических оптимизационных задач*

3.1. Основные положения и постулаты. Понятие организованности системы. Развитие смысловых трактовок понятия энтропии. Основные положения и постулаты метода оп

**4 Объем учебной дисциплины** – все виды учебной работы, з.е. и часы для таблицы берутся из учебного плана (УП) и РПД.

4.1. Вычислительные эксперименты по решению оптимизационных задач: газификация твердых горючих ископаемых. Постановка задачи. Оптимальная организация процесса.

4.2. Вычислительные эксперименты по решению оптимизационных задач: конверсия синтез-газа. Постановка задачи. Оптимальная организация процесса.

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</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>3,11</b>	<b>112</b>	<b>84</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,11	112	84
<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

#### «Компьютерные сети и распределенные базы данных: методы создания и использование в химической технологии»

**1. Цель дисциплины** – научить магистрантов теоретическим знаниям, практическим умениям и навыкам самостоятельного проектирования и реализации информационных систем (ИС) с использованием современных сетевых технологий, и предназначенных для решения учебных, научных и прикладных задач в химической технологии.

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

*обладать* следующими компетенциями:

УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.2; ПК-2.3

*знать:*

- этапы жизненного цикла ИС и методологии организации процессов их разработки;
- теорию баз данных;
- язык структурированных запросов к базам данных — SQL (Structured Query Language);
- механизмы и причины влияния информационных технологий на производственную сферу деятельности человека;
- основные принципы и протоколы, на которых основана передача данных в современных компьютерных сетях;
- основные архитектуры ИС, использующиеся при проектировании и управлении химико-технологическими системами;

*уметь:*

- идентифицировать ресурсы и артефакты, вовлечённые в процесс разработки ИС, а также определять метрики качества таких процессов;
- формулировать задачи на разработку ИС, как для решения научно-исследовательских задач, так и в целях автоматизации деятельности хозяйствующих субъектов;
- применять подходы системного анализа предметной области объекта автоматизации;
- администрировать как минимум одну СУБД (систему управления базами данных);
- эффективно использовать на практике и передавать свои знания в сфере информационных технологий;

- разрабатывать базовую архитектуру информационных систем планирования и управления предприятием;
- проектировать локальные компьютерные сети;
- диагностировать и решать проблемы в локальных компьютерных сетях масштаба одной лаборатории;
- анализировать преимущества и недостатки существующих решений при выборе из альтернативных ИС, позволяющих решить поставленную задачу;
- разрабатывать ИС планирования и управления предприятием;

*владеть:*

- терминологией в области проектирования и разработки ИС;
- базовыми навыками организации процессов жизненного цикла ИС;
- методиками информационного моделирования предметной области и проектирования структур баз данных;
- методами реализации структур баз данных в современных СУБД;
- навыками работы с инструментальными средствами администрирования СУБД;
- навыками администрирования сетевых операционных систем;
- навыками работы с сетевыми сервисами и утилитами;
- типовыми инструментальными средствами, используемыми при проектировании и разработке ИС;
- навыками применения технологий, используемых при разработке ИС, функционирующих в среде интернет;

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

Введение

Цели и задачи курса: Краткий исторический очерк развития отечественных и зарубежных подходов к созданию компьютерных сетей и баз данных. Информационные системы: понятия, определения, термины. Классификация и типовые функции информационных систем.

#### **Раздел 1. Жизненный цикл информационных систем (ИС)**

1.1. Этапы жизненного цикла ИС – разработка, внедрение, эксплуатация и техническая поддержка.

1.2. Процесс разработки ИС. Проект: виды, вовлечённые ресурсы, роли исполнителей. Модель зрелости процесса разработки – СММ (Capability Maturity Model).

1.3. Методы организации процесса разработки ИС. Классификация: итеративные, каскадные, гибкие, тяжеловесные и легковесные. Обзор распространённых методов: RUP (Rational Unified Process – универсальный рациональный процесс), Agile, Scrum, XP (eXtreme Programming – экстремальное программирование), ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-99.

#### **Раздел 2. Этапы процесса разработки ИС**

2.1. Постановка задачи на разработку ИС. Требования к ИС.

2.2. Планирование процесса разработки ИС. Декомпозиция и оценка трудоёмкости задач. Оценки завершённости проекта и продуктивности исполнителей.

2.3. Проектирование ИС. Системный подход при анализе и синтезе архитектуры ИС. Набор задач, решаемых на этапе проектирования. Инструментарий проектировщика. Оценка качества проекта ИС.

2.4. Этап реализации ИС и инструментарий программиста. Обзор современных сред программирования.

2.5. Тестирование ИС – как средство контроля качества реализации ИС. Уровни и типовые схемы тестирования.

2.6. Внедрение ИС, документирование и техническая поддержка пользователей. Инструментальные средства управления версиями программного обеспечения: SVN (Subversion – система учёта параллельных версий).

#### **Раздел 3. Моделирование баз данных**

3.1. Модели представления данных: иерархическая, сетевая, реляционная, постреляционные модели данных.

3.2. Требования ACID. Теорема CAP и следствия из теоремы.

3.3. Основные концепции проектирования распределённых баз данных.

3.4. Язык управления базами данных SQL (Structured Query Language) и язык программирования PL/SQL

3.4. Инструментальные средства для моделирования структуры данных.

#### **Раздел 4. Система управления базами данных (СУБД) Oracle**

4.1. Обзор основных возможностей СУБД Oracle, сравнительные характеристики и области применения. Подходы к выбору СУБД на этапе проектирования информационной системы. Преимущества СУБД Oracle в контексте задач химической технологии.

4.2. Принцип работы и внутреннее устройство СУБД на примере Oracle. Объекты СУБД Oracle: табличные пространства, таблицы, индексы, представления, ограничения, триггеры, счётчики, права и роли.

4.3. Некоторые технологии функционирования СУБД: транзакции и параллелизм, ведение журналов операций, индексация и сегментация данных, разграничение доступа к данным.

4.4. Задачи администрирования распределённых баз данных: установка, масштабирование, резервирование, восстановление, репликация, обновление версий (upgrade).

4.5. Построение распределённых архитектур СУБД: шардинг и кластеры.

#### **Раздел 5. Основы передачи данных и компьютерные сети**

5.1. Принципы организации сетевого обмена: семь уровней модели взаимодействия открытых систем (OSI – Open Systems Interconnection).

5.2. Промышленные стандарты передачи данных. Интерфейс RS-232: параметры среды передачи данных, механизм передачи бит данных, методы контроля качества передачи и управления каналом передачи.

5.3. Семейство стандартов Ethernet, технологии управления каналом передачи данных, контроля качества передачи, физический и канальный уровни модели OSI.

5.4. Стек протоколов TCP/IP (Transport Control Protocol / Internet Protocol – протокол управления передачей данных / Интернет протокол). Протоколы сетевого уровня модели: IP, ICMP (Internet Control Message Protocol – протокол передачи управляющих сообщений Интернет), ARP (Address Resolution Protocol – протокол разрешения адреса).

5.5. Протоколы транспортного уровня: TCP и UDP (User Datagram Protocol – протокол передачи пользовательских сообщений), потоковая передача данных и передача датаграмм.

5.6. Протоколы прикладного уровня: SSL (Secure Socket Layer – протокол защищённых соединений), FTP (File Transfer Protocol – протокол передачи файлов), SMTP (Simple Mail Transfer Protocol – простой протокол пересылки электронной почты), IMAP (Interactive Mail Access Protocol – протокол интерактивного доступа к электронной почте), и др. Сетевые сервисы прикладного уровня.

#### **Раздел 6. Архитектура и технологическая база создания современных ИС в среде Интернет**

6.1. Типовые архитектуры ИС и эволюция подходов к созданию ИС.

6.2. Трёхзвенная архитектура построения ИС в среде Интернет. Распределение функций между звеньями, обзор технологий, используемых в каждом звене системы.

6.3. Технологии серверного звена, используемые при разработке ВЕБ-систем. PHP (Pretty Home Page) – язык программирования динамических ВЕБ-сайтов: назначение, преимущества и недостатки, основные возможности, место в архитектуре ВЕБ-систем, синтаксис, приёмы программирования.

6.4. Состав и обзор возможностей используемых платформ разработки ВЕБ-систем и их сравнительная характеристика. Заключение

**Заключительная лекция** по подведению итогов курса.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</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)	-	-	
Лабораторные работы (ЛР)	1.42	51	38.25
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3.11</b>	<b>112</b>	<b>84</b>

### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### «Компьютерно-интегрированные ресурсосберегающие системы управления химическими предприятиями»

**1 Цель дисциплины** – научить магистрантов теоретическим знаниям и практическим умениям и навыкам использования современных математических методов, моделей, алгоритмов, информационных и программных средств для решения широкого круга задач энергосбережения при создании компьютерно-интегрированных систем управления.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; 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.

*Знать:*

- функциональные возможности автоматизированных систем управления предприятиями, производственными и технологическими процессами;
- функциональные возможности систем управления качеством готовой продукции;
- методы структурного анализа и проектирования сложных систем;
- формулировки задач оптимального функционирования энерго- и ресурсосберегающих крупнотоннажных и малотоннажных непрерывных и периодических химических производств;
- формулировки и методы решения задач технико-экономического и оптимального календарного планирования химических производств по критериям энерго- и ресурсосбережения;
- модели и численные методы решения задач составления расписаний работы многопродуктовых периодических химических производств;
- методы логистического управления химическими производствами по критериям энерго- и ресурсосбережения.

*Уметь:*

- осуществлять структурный анализ сложных химических производств;
- формализовать математические постановки задач технико-экономического и календарного планирования, а также задач оперативного управления химическими производствами по критериям энерго- и ресурсосбережения;
- формализовать задачи составления расписаний работы многопродуктовых периодических химических производств с последовательными и параллельными аппаратами, а также для производств с различными маршрутами выпуска продукции;
- решать задачи составления расписаний работы периодических многоассортиментных химических производств с использованием численных методов.

*Владеть:*

- методами решения задач планирования и оперативного управления химическими производствами по критериям энерго- и ресурсосбережения;
- методами составления расписаний работы многопродуктовых периодических химических производств;
- численными методами решения задач теории расписаний для многопродуктовых периодических химических производств.

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

*Введение.* Цели и задачи курса. Краткий исторический очерк развития отечественных и зарубежных компьютерно-интегрированных химических производств.

*Раздел 1. Структура и функциональные возможности интегрированных*



*автоматизированных систем управления химическими предприятиями (ИАСУ ХП).*

Иерархическая структура химических предприятий. Непрерывные, дискретные (периодического действия) и дискретно-непрерывные химические производства. Многоассортиментные гибкие химические производства.

Структура, функциональные возможности и принципы создания ИАСУ ХП

1.1 Автоматизированные системы управления предприятиями – ERP-системы (Enterprise Resource Planning). Функциональные возможности и основные подсистемы ERP-систем. Современные отечественные и зарубежные информационные ERP-системы: «Галактика», R/3 фирмы SAP.

1.2 Системы управления производством (производственными процессами) – MES–системы (Manufacturing Execution Systems). Функциональные возможности и основные подсистемы MES-систем.

1.3 Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) и системы диспетчерского управления и сбора данных – SCADA-системы (Supervisory Control And Data Acquisition). Функциональные возможности и решаемые задачи SCADA-системами.

1.4 Информационные системы управления складами – WMS-системы (Warehouse Management Systems): функции, модели и программные продукты.

1.5 Информационные системы технического обслуживания и ремонта EAM-системы (Enterprise Asset Management): функции, модели и программные продукты.

*Раздел 2. Системы управления качеством продукции, окружающей среды и безопасностью химических производств*

2.1 Интегрированные автоматизированные системы управления (ИАСУ) качеством готовой продукции. Показатели и методы измерения показателей качества. Методы и информационные системы управления качеством продукции. Структура и функциональные возможности ИАСУ качеством продукции.

2.2 Системы мониторинга и управления качеством окружающей среды. Автоматизированные системы контроля и управления качеством атмосферного воздуха: структура и функциональные возможности.

2.3 Интегрированные автоматизированные системы управления безопасностью химических производств: структура, функциональные возможности и решаемые задачи.

2.4 Интегрированные системы управления на основе требований международных стандартов ISO – 9000, ISO – 14000 и OHSAS – 18000.

*Раздел 3. Методологические основы, методы и инструментальные средства анализа и проектирования сложных систем и бизнес-процессов организаций.*

3.1 Метод структурного анализа и проектирования сложных систем. SADT-методология (Structured Analysis and Design Technique). SADT-модели. Синтаксис и применение SADT-диаграмм.

3.2 Методы анализа, инжиниринга и реинжиниринга бизнес-процессов. Бизнес-процессы: понятия и определения. Основные этапы реинжиниринга бизнес-процессов.

3.3 Методология ARIS (Architecture of Integrated Information Systems) – Архитектура интегрированных информационных систем и ее использование для структурного описания и анализа бизнес-процессов при разработке информационной системы организации.

3.4 Инструментальные средства для проведения реинжиниринга бизнес-процессов.

*Раздел 4. Методологические основы и общая формулировка задач оптимального функционирования химических производств*

4.1 Крупнотоннажные и малотоннажные многоассортиментные производства как объекты управления и кибернетической организации. Основные направления концепции кибернетической организации. Классификации технологических структур и производственных ситуаций. Классификация возмущающих и управляющих воздействий, целей и критериев управления.

4.2 Общая формулировка задач оптимального функционирования крупнотоннажных и малотоннажных непрерывных и периодических химических производств.

Иерархия объектов, целей и задач оптимального функционирования.

4.3 Особенности функционирования химических производств в условиях неопределенности.

Подходы к организации работы предприятий в условиях изменяющихся целей их функционирования с учетом конъюнктуры рынка: изменения в поставках сырья, ассортимента и

спроса на готовую продукцию.

*Раздел 5. Модели и методы решения задач технико-экономического планирования, календарного планирования и оперативного управления химическими производствами.*

5.1 Классификация задач планирования. Основные терминологические понятия: ресурсы, эффективный фонд рабочего времени, горизонт планирования, директивное время выпуска и т.д. Основные уровни и задачи планирования работы химических производств: долгосрочный (прогнозирование и технико-экономическое планирование), среднесрочный (оптимальное календарное планирование) и краткосрочный (оперативное календарное планирование и управление).

Планирование в условиях неопределенности. Природа неопределенности: стохастическая неопределенность (вызванная случайным характером изменения параметров) и нестохастическая неопределенность (вызванная недостаточностью знаний об объекте исследования). Неопределенность исходной информации (изменение спроса на готовую продукцию, изменение вида и состава сырья, изменение длительностей элементарных технологических операций и стадий и т.д.). Неопределенность целей и критериев функционирования (переменность ассортимента и объема выпуска продукции, изменение директивных сроков выпуска и т.д.).

5.2 Формулировка и решение задач технико-экономического планирования (ТЭП) химических производств. Экономико-математические модели. Расчет оптимальной производственной программы – задача линейного программирования (ЗЛП). Методы решения ЗЛП при одном и нескольких критериях оптимизации.

5.3 Формулировка и решение задач оптимального календарного планирования химических производств. Задача оптимальной производственной программы на весь период (горизонт) планирования и на каждый период времени. Задача календарного планирования с учетом неопределенности в поставках сырья и спроса на продукцию. Численные алгоритмы решения задач определения оптимальной производственной программы для многопродуктовых периодических химических производств. Планирование работы многоассортиментных производств в системе производство-склад – потребитель в условиях детерминированного и стохастического изменения спроса на производимые продукты.

5.4 Формулировка и решение задач оперативного календарного планирования и управления химическими производствами. Расчет, контроль и коррекция плана на основе текущей информации. Учет штрафных санкций на производителя при невыполнении заказов по ассортименту и директивному времени выпуска. Метод двухэтапной оптимизации. Метод двухинтервальной оптимизации.

5.5 Модели и методы прогнозирования. Модели управления проектами. Иконографические (сетевые) модели. Вершинные и стрелочные графы.

*Раздел 6. Модели составления расписаний работы многопродуктовых периодических химических производств.*

6.1 Теория расписаний – средство решения задач календарного планирования и оперативного управления многопродуктовыми периодическими химическими производствами. Основные понятия теории расписаний и задачи составления оптимальных расписаний.

6.2 Составление расписаний работы многопродуктовых периодических химических производств. Постановка общей задачи. Частные задачи и методы их решения. Определение оптимальной стратегии переналадки технологического оборудования: постановка задачи (задача коммивояжера) и целочисленная форма представления.

Составление расписаний работы многопродуктовых периодических химических производств с последовательными аппаратами:

- модель с учетом различия моментов поступления исходного сырья;
- модель с учетом затрат на переналадку аппаратов с выпуска одного продукта на другой;
- модели с учетом серийности выпуска продуктов.

Составление расписаний работы многопродуктовых периодических химических производств с параллельными аппаратами:

- модель с идентичными аппаратами;
- модель с неидентичными аппаратами с учетом затрат на переналадку и серийность выпуска продуктов.

Составление расписаний работы многопродуктовых периодических химических производств с различными маршрутами выпуска продуктов.

*Раздел 7. Численные методы решения задач теории расписаний.*

7.1 Классификация методов решения задач теории расписания. Способы математической формализации задач теории расписаний.

7.2 Постановка задач комбинаторной оптимизации с перестановочными расписаниями и методы их решения:

- метод ветвей и границ;
- метод локального поиска;
- статический метод локального поиска;
- метод поиска в локальной окрестности;
- статический метод глобального поиска;
- эвристические методы.

*Раздел 8. Методы и информационное обеспечение логистического управления химическими производствами.*

8.1 Системный подход в реализации методов логистического управления.

8.2 Методы логистического управления производственными процессами.

8.3 Методы логистического управления закупками и поставками.

8.4 Методы логистического управления запасами и складированием.

8.5 Информационное обеспечение логистического управления.

#### 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>8</b>	<b>288</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2.8</b>	<b>102</b>	<b>76.5</b>
Лекции	0.933	17	12.75
Практические занятия (ПЗ)	0.933	51	38.25
Лабораторные работы (ЛР)	0.933	34	25.5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4.2</b>	<b>150</b>	<b>112.5</b>
Контактная самостоятельная работа	4.2	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		150	112.5
<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 «Теория эксперимента»

**1. Цель дисциплины** – научить магистранта активно применять методы и средства основ теории планирования и анализа непрерывного и статического эксперимента для решения конкретных задач выбора научных гипотез о механизме изучаемого физико-химического процесса; построения моделей для возможных гипотез; проверке адекватности моделей физико-химического процесса результатам эксперимента и направленной коррекции моделей; прецизионной оценки параметров моделей и выбора модели из совокупности конкурирующих, отражающей основные особенности динамики и статики изучаемого процесса.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.1.

*Знать:*

– основы теории планирования научного эксперимента, построения моделей химических и биохимических процессов и оценки их параметров, проверки научных и научно-технических гипотез;

– основы теории оценивания параметров линейно- и нелинейнопараметризованных моделей химических и биохимических процессов;

– планы эксперимента. Дискретные и непрерывные планы. Критерии оптимальности планов D-, A-, E-, G-. Метод случайного баланса;

– сущность теоремы эквивалентности;

– байесовский подход к прецизионной оценке параметров моделей химических и биохимических процессов;

– непрерывные оптимальные планы эксперимента для оценки параметров кинетических моделей и моделей кинетики адсорбции. Методы синтеза оптимальных тестирующих индикаторных сигналов;

– методы проверки статистических гипотез. Критерии проверки гипотез. Функции мощности критерия, несмещенные и равномерно наиболее мощные критерии;

– методы планирования динамического эксперимента для прецизионной оценки параметров моделей гидродинамической структуры потоков, зерна катализатора, каталитического реактора;

– методы дискриминации математических моделей – энтропийный, отношения вероятностей;

– обобщенные критерии оптимальности при планировании дискриминирующих экспериментов;

*Уметь:*

– выбирать оптимальную стратегию проведения экспериментальных исследований;

– осуществлять построение моделей экспериментального оборудования;

– оценивать параметры линейно- и нелинейно параметризованных одно- и многооткликовых моделей методами наименьших квадратов и максимального правдоподобия;

– синтезировать оптимальные тестирующие индикаторные сигналы;

– планировать проведение динамического эксперимента;

– проводить оценку информативности эксперимента;

– использовать теорему эквивалентности при создании процедур построения планов эксперимента;

– рассчитывать значения элементов информационной матрицы и величин критериев оптимальности планов;

– использовать байесовские процедуры для прецизионной оценки параметров моделей химических и биохимических процессов;

– использовать неявные конечно-разностные и коллокационные методы решения уравнений моделей химических и биохимических процессов;

– использовать методы Бартлетта и Хагао – проверки адекватности многооткликовых моделей химических и биохимических процессов экспериментальным данным;

– осуществлять дискриминацию математических моделей химических и биохимических процессов с использованием критериев дискриминации, основанных на качественном и количественном анализе динамических и статических свойств моделей ( $\chi^2$ -критерий, энтропийный критерий Кульбака, обобщенный критерий отношения вероятностей);

– проводить оценку надежности принятия решений о выборе наилучшей модели;

*Владеть:*

– методами планирования непрерывного и статического эксперимента для установления оптимальной стратегии проведения экспериментальных исследований;

– методами синтеза оптимальных тестирующих индикаторных сигналов;

– методами проверки статистических гипотез;

– методами оценки параметров линейно- и нелинейнопараметризованных моделей химических и биохимических процессов;

- методами оценки параметров моделей химических и биохимических процессов при использовании априорной информации о физико-химических свойствах объекта исследований;
- методами проверки адекватности разработанных моделей химических и биохимических процессов экспериментальным данным;
- методами дискриминации математических моделей химических и биохимических процессов;
- практическими приемами применения вычислительной техники для решения задач, изучаемых в настоящей дисциплине.

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

*Введение. Задачи курса. Классификация научных и научно-технических задач химической инженерии. Общие подходы к их решению.*

Задачи курса и его роль при моделировании химических и биохимических процессов. Общие подходы к решению проблемы установления механизма изучаемых химических и биохимических процессов и построению по экспериментальным данным адекватных им математических моделей. Методы планирования научного эксперимента, оценки параметров моделей, проверка научных и научно-технических гипотез. Последовательный статистический анализ, построение функций потерь и статических решающих функций. Выбор оптимальной стратегии проведения экспериментальных исследований.

*Раздел 1. Лабораторные исследования химических и биохимических процессов, их цели и задачи. Лабораторные химические реакторы.*

- 1.1. Цели и задачи лабораторных исследований химических и биохимических процессов.
- 1.2. Типы моделей кинетики химических реакций.
- 1.3. Модели реакторов при стационарных и нестационарных условиях протекания химических процессов.
- 1.4. Конструкции лабораторных реакторов – проточные и проточно-циркуляционные реакторы.
- 1.5. Методика проведения лабораторных экспериментов.
- 1.6. Анализ результатов экспериментов. Ошибки экспериментов скалярного и векторного типов. Плотности и функции распределения случайных ошибок эксперимента. Методы моделирования на ЭВМ случайных величин с априори заданными плотностями распределения. Преобразования скалярных и векторных случайных величин. Критерии независимости случайных величин. Линейные и нелинейные преобразования моделей химических процессов.
- 1.7. Определение оценок параметров моделей по результатам лабораторного эксперимента. Применение методов статистического моделирования при определении соответствия математической модели результатам эксперимента.

*Раздел 2. Основы теории оценивания. Оценка параметров линейно- и нелинейно параметризованных одно- и многооткликowych моделей химических и биохимических процессов.*

- 2.1. Выборочный метод, распределение выборки, выборочные оценки. Общие требования, предъявляемые к оценкам. Оптимальные линейные оценки.
- 2.2. Оценка параметров одно- и многооткликowych линейно и нелинейно параметризованных моделей при равноточных и неравноточных наблюдениях. Точечные оценки параметров, дисперсионно-ковариационная матрица оценок параметров, точечная оценка значений откликов, дисперсионно-ковариационная матрица точечных оценок значений откликов.
- 2.3. Неравенство информации, оценки с минимальной дисперсией и достаточные оценки. Оценка вектора параметров модели. Асимптотические свойства оценок максимального правдоподобия.

*Раздел 3. Планы эксперимента. Дискретные и непрерывные планы. Критерии оптимальности планов. Численные методы построения D-оптимальных и минимаксных планов при исследовании химических и биохимических процессов.*

3.1. Планы экспериментов. Область экспериментирования. Спектр плана. Вероятностная мера плана. Точные и непрерывные оптимальные планы.

3.2. Метод случайного баланса. Экспериментальное определение доминирующих эффектов факторов, среди общей совокупности конкурирующих, и существенно превышающие доминирующие и общее число поставленных опытов. Для оценки числа доминирующих факторов используются теория распознавания образов и методы теории регрессионного и конъюнктного анализа. Метод случайного баланса иллюстрируется на примерах синтеза материалов, используемых в катализе.

3.3. D-, A-, E-, G-критерии оптимальности планов. Геометрическая интерпретация критериев оптимальности.

3.4. Численные методы построения D-оптимальных непрерывных планов эксперимента для линейно параметризованных однооткликowych и многооткликowych моделей химических и биохимических процессов.

#### *Раздел 4. Теорема эквивалентности оптимальных планов.*

4.1 Основные свойства информационной матрицы. Взвешенная сумма дисперсий оценок отклика. Нижняя граница максимальной величины взвешенной дисперсии оценки отклика.

4.2. Теорема эквивалентности оптимальных планов эксперимента, ее доказательство.

4.3. Использование утверждений теоремы эквивалентности при создании процедур построения планов эксперимента для химических и биохимических процессов.

#### *Раздел 5. Байесовский подход к оценке параметров линейно- и нелинейно параметризованных моделей химических и биохимических процессов.*

5.1. Байесовский подход к решению задачи прецизионной оценки параметров модели. Субъективная интерпретация априорной информации. Теорема Байеса. Апостериорная плотность распределения вероятностей вектора параметров и откликов модели.

5.2. Однооткликowe модели. Байесовские процедуры уточнения их параметров. Построение последовательных планов эксперимента.

5.3. Многооткликowe модели. Последовательные байесовские процедуры прецизионной оценки их параметров. Непрерывные планы эксперимента.

#### *Раздел 6. Непрерывные оптимальные планы эксперимента для оценки параметров кинетических моделей и моделей кинетики адсорбции. Синтез оптимальных тестирующих индикаторных сигналов.*

6.1. Классификация задач непрерывной параметрической идентификации. Процедуры оптимальной организации лабораторного и стендового эксперимента.

6.2. Построение моделей экспериментального оборудования для реализации для химических и биохимических процессов.

6.3. Синтез оптимальных тестирующих индикаторных сигналов. Оценка информативности эксперимента.

6.4. Классификация кинетических моделей, моделей кинетики адсорбции. Основные математические методы решения уравнений моделей. Расчет информационной матрицы и величин критериев оптимальности планов.

#### *Раздел 7. Планирование динамического эксперимента для прецизионной оценки параметров моделей гидродинамической структуры потоков, зерна катализатора, каталитического реактора.*

7.1. Классификация идентифицируемых моделей структуры потоков в реакторе, моделей зерна катализатора, моделей каталитического реактора.

7.2. Планирование динамического эксперимента. Синтез оптимальных индикаторных сигналов, процедуры отдельной и совместной подачи различных индикаторов в исследуемый объект.

7.3. Неявные конечно-разностные и коллокационные методы решения уравнений моделей химических и биохимических процессов.

7.4. Построение оптимальных планов проведения динамического эксперимента. Оценка точности получаемых оценок параметров модели.

*Раздел 8. Проверка статистических гипотез. Простые и сложные гипотезы. Критерии проверки гипотез. Функция мощности критерия, несмещенные и равномерно наиболее мощные критерии.*

8.1. Простые и сложные параметрические гипотезы. Нулевая гипотеза. Критерии статистической гипотезы. Основные статистики для формирования различных критериев. Ошибки первого и второго рода.

8.2. Функция мощности критерия. Несмещенный, наиболее мощный, равномерно наиболее мощный критерии. Условия существования равномерно наиболее мощного критерия, теорема Неймана-Пирсона.

8.3. Метод отношения правдоподобия. Методы Бартлетта и Хагао – проверки адекватности многоотчетливых моделей химических и биохимических процессов экспериментальным данным.

*Раздел 9. Дискриминация математических моделей. Методы дискриминации – энтропийный, отношения вероятностей.*

9.1. Общие подходы к дискриминации математических моделей химических и биохимических процессов. Недостатки традиционных методов дискриминации моделей.

9.2. Критерии дискриминации, основанные на качественном анализе динамических и статических свойств моделей. Количественные критерии дискриминации моделей -  $\chi^2$ -критерий, энтропийный критерий Кульбака, обобщенный критерий отношения вероятностей. Их основные достоинства и недостатки.

9.3. Построение процедур выбора модели, наиболее соответствующей экспериментальным данным, среди совокупности конкурирующих. Байесовские методы, методы обобщенного отношения вероятностей. Оценка надежности решений о выборе наилучшей модели.

*Раздел 10. Планирование дискриминирующих экспериментов. Обобщенные критерии оптимальности. Оценка надежности принимаемых решений.*

10.1. Стратегия эффективного экспериментирования при дискриминации конкурирующих моделей. Дискриминантная функция Кульбака. Построение последовательного плана эксперимента, обеспечивающего максимальный прирост дискриминантной функции Кульбака.

10.2. Функция обобщенного отношения правдоподобия. Построение плана дискриминирующего эксперимента, обеспечивающего максимальный прирост суммы величин логарифма обобщенного отношения правдоподобия. Оценка надежности принимаемых решений.

10.3. Комплексные критерии дискриминации моделей и уточнение их параметров. Выбор оптимальной стратегии экспериментирования при решении задач химической инженерии.

*Заключение.* Заключительная лекция по подведению итогов курса.

#### 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>1,41</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>2,59</b>	<b>93</b>	<b>69,75</b>
Контактная самостоятельная работа	2,59	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		92,6	69,45
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

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

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Экспертные системы в химии и химической технологии»

**1 Цель дисциплины** – научить магистрантов теоретическим знаниям и практическим умениям и навыкам создания и использования экспертных систем для решения задач проектирования, планирования, прогнозирования, диагностики и управления химическими производствами.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.3; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.2; ПК-4.3.

*Знать:*

- основные понятия, классификации и области применения экспертных систем для решения неформализованных задач химической технологии;
- теоретические основы создания и организации экспертных систем для решения задач проектирования, планирования, прогнозирования, диагностики и управления в химической технологии;
- модели представления знаний в экспертных системах;
- механизмы логического вывода в экспертных системах;
- методы и алгоритмы принятия решений в задачах проектирования, планирования и управления химико-технологическими процессами и производствами с использованием экспертных систем;
- методы и подходы к созданию экспертных обучающих систем и тренажерных комплексов для управления химико-технологическими процессами, системами и химическими предприятиями.

*Уметь:*

- формулировать постановки задач проектирования, прогнозирования, планирования, оптимизации и управления объектами химической технологии в условиях неопределенности и выбирать методы решения данных задач с использованием экспертных систем;
- разрабатывать базы правил и базы знаний для создания экспертных систем в химической технологии;
- разрабатывать алгоритмы логического вывода в экспертных системах.

*Владеть:*

- навыками использования современных оболочек экспертных систем для решения задач поддержки принятия решений и управления в химической технологии.

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

*Введение.* Цель и задачи курса. Краткий исторический очерк развития методов искусственного интеллекта, основанных на знаниях

*Раздел 1. Принципы построения экспертных систем.*

1.1. Экспертные системы: области применения при решении задач планирования, прогнозирования, проектирования и управления энерго-ресурсосберегающими процессами в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

1.2. Средства построения экспертных систем. Стандартные оболочки для создания экспертных систем. Примеры использования экспертных систем для решения задач планирования, прогнозирования, диагностики и управления в химической технологии.

1.3. Характеристика экспертных систем как систем искусственного интеллекта.

1.4. Методы сбора экспертных знаний и обработки экспертных оценок в процессе группового принятия решений. Требования к экспертам. Стратегия получения знаний. Структурирование знаний.



## Раздел 2. Логические модели в системах, основанных на знаниях

2.1. Логика и логическое управление. Функции, аксиомы и теоремы (законы) алгебры логики.

2.2. Таблица состояний и таблица истинности. Построение дерева смены состояний химико-технологической системы.

2.3. Логические и логико-лингвистические модели представления знаний. Логические схемы.

## Раздел 3. Модели представления знаний в экспертных системах

3.1. Классификация моделей представления знаний в системах искусственного интеллекта.

3.2. Сетевые структурно-лингвистические модели представления знаний: семантические сети, нечеткие сети Петри.

3.3. Фреймовые модели представления знаний об объектах химической технологии. Процедуры логического вывода решений с использованием моделей на основе фреймов.

3.4. Продукционные правила, модели и системы представления знаний. Алгоритм формирования рабочего набора продукционных правил, проверка на противоречивость и избыточность.

3.5. Процедура вывода решений на основе продукционных моделей представления знаний на примерах задач классификации, выбора, и управления в химической технологии.

## Раздел 4. Экспертные обучающие системы и тренажерные комплексы в химической технологии

4.1. Экспертные обучающие системы (ЭОС). Структура ЭОС. Базы знаний в ЭОС.

4.2. Компьютерные тренажерные обучающие комплексы (ТОК). Функциональная структура. Структура математического обеспечения модульного тренажера.

4.3. Использование стандартных оболочек экспертных систем для создания имитаторов функционирования объектов химических производств.

4.4. Разработка блоков сопряжения компьютерных обучающих тренажерных комплексов с системами диспетчерского управления и сбора данных.

### 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)	0.95	34	25.5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2.58</b>	<b>93</b>	<b>69.75</b>
Контактная самостоятельная работа	2.58	0.4	0.3
Подготовка к контрольным работам		15	11.25
Реферат		22	16.5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		55.6	41.7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Методы нелинейной динамики в химии и химической технологии»

**1. Цель дисциплины** – приобретение теоретических знаний и практических навыков использования современных методов анализа нелинейных систем для решения широкого круга задач исследования и прогнозирования тенденций протекания процессов различной природы, включая процессы химической технологии, биотехнологии и нанотехнологии.

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

ПК-1.3; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.2; ПК-4.3

*Знать:*

- теоретические основы качественной теории дифференциальных уравнений, теории бифуркаций, теории хаоса, неравновесной термодинамики;
- типы неподвижных точек и методы их определения;
- основные типы бифуркаций в нелинейных системах;
- сценарии возникновения в нелинейных системах колебательных и хаотических режимов и их характерные особенности;
- методы термодинамического анализа открытых физико-химических систем.

*Уметь:*

- определять неподвижные точки систем и их тип;
- строить фазовые портреты двумерных систем;
- проводить термодинамический анализ открытых физико-химических систем с целью выявления дестабилизирующих процессов;
- прогнозировать эволюцию физико-химических систем на основе их математических моделей.

*Владеть:*

- методами исследования устойчивости линейных и нелинейных систем;
- практическими навыками использования современных вычислительных технологий для прогнозирования эволюции физико-химических систем;
- навыками визуализации результатов прогнозирования;
- навыками выявления возможных сценариев эволюции систем по их глобальным фазовым портретам.

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

#### *Раздел 1. Качественная теория дифференциальных уравнений*

##### 1.1. Неподвижные точки систем.

Понятия фазового пространства, фазовой точки, траектории, фазового портрета системы, неподвижной точки. Типы устойчивости неподвижных точек. Неподвижные точки одномерных систем и методика их анализа. Линейные и нелинейные двумерные системы. Типы неподвижных точек линейных двумерных систем. Первый метод Ляпунова. Примеры исследования устойчивости линейных двумерных систем.

##### 1.2. Нелинейные двумерные системы.

Особенности нелинейных систем. Понятия глобального фазового портрета нелинейной системы и локального фазового портрета в окрестности неподвижной точки. Методика линеаризации нелинейных систем. Теорема о линеаризации. Примеры исследования устойчивости нелинейных систем.

##### 1.3. Автоколебательные режимы в нелинейных системах.

Понятие предельного цикла. Типы предельных циклов. Отличия предельных циклов от нейтрально устойчивых неподвижных точек. Методы исследования систем с предельными циклами. Теорема Пуанкаре–Бенедиксона. Примеры анализа систем с предельными циклами. Структурная устойчивость систем. Понятие флуктуации.

##### 1.4. Нелинейные системы с множественностью устойчивых стационарных состояний.

Особенности нелинейных систем с множественностью устойчивых стационарных состояний. Понятие границы областей притяжения устойчивых стационарных состояний системы. Понятие погрешности задания начальных условий физических систем. Возможности прогнозирования эволюции систем с множественностью устойчивых стационарных состояний с учётом внешних случайных воздействий на систему. Модель ферментативного процесса с субстратным ингибированием, как пример нелинейной системы с множественностью устойчивых стационарных состояний. Подробный анализ данной системы.

#### *Раздел 2. Элементы бифуркационного анализа и теории хаоса*

##### 2.1. Бифуркации.

Структура математических моделей систем. Понятие управляющих параметров. Виды воздействия изменения значений управляющих параметров на систему. Понятия бифуркации и точки бифуркации. Бифуркационный анализ модели ферментативного процесса с субстратным

ингибированием. Бифуркационная память систем. Прогнозирование возможных бифуркаций в системах.

#### 2.2. Основные типы бифуркаций в двумерных системах.

Бифуркация седло-узел. Неподвижная точка седло-узел. Характерные особенности поведения систем при бифуркации седло-узел. Бифуркация седло-узел с жёсткой и мягкой потерей устойчивости. Примеры анализа систем, в которых наблюдается бифуркация седло-узел. Бифуркация Андронова-Хопфа. Характерные особенности поведения систем при бифуркации Андронова-Хопфа. Примеры анализа систем, в которых наблюдается бифуркация Андронова-Хопфа.

#### 2.3. Бифуркация удвоения периода.

Непрерывные и дискретные системы. Логистическое уравнение Ферхюльста в непрерывной и дискретной формах. Анализ области допустимых значений параметра логистического уравнения. Неподвижные точки логистического уравнения в непрерывной форме. Неподвижные точки дискретного логистического уравнения. Методика анализа устойчивости неподвижных точек дискретных систем. Возникновение циклов в дискретных системах. Бифуркация удвоения периода. Хаос как результат бесконечного усложнения порядка системы. Теория универсальности Фейгенбаума. Связь каскада бифуркаций удвоения периода с накоплением расчётной ошибки в явных разностных схемах. Философия восприятия мира как непрерывной и как дискретной системы.

#### 2.4. Странные аттракторы.

Понятие странного аттрактора. Понятие невозможности прогнозирования поведения систем со странными аттракторами. Система Лоренца. Неподвижные точки системы Лоренца. Эволюция в системе Лоренца. Аттрактор Лоренца. Система Рёсслера. Эволюция в системе Рёсслера. Аттрактор Рёсслера. Характерные особенности эволюции систем со странными аттракторами.

#### 2.5. Элементы теории хаоса.

Понятие детерминированного хаоса. Характерные особенности поведения систем с детерминированным хаосом. Демонстрация хаотических режимов в нелинейных системах.

### *Раздел 3. Основы термодинамики неравновесных процессов*

#### 3.1. Введение в неравновесную термодинамику.

Краткий исторический очерк о развитии основ научного представления о необратимых процессах. Открытые и закрытые системы. Термодинамические потоки и движущие силы. Производство энтропии – диссипативная функция термодинамических систем. Свойства диссипативной функции.

#### 3.2. Термодинамика линейных необратимых систем.

Соотношения взаимности Онзагера. Явление термодиффузии и диффузионный термоэффект. Устойчивость стационарных состояний термодинамических систем. Принцип минимума производства энтропии. Функция Ляпунова. Второй метод Ляпунова. Однозначность эволюции линейных необратимых систем.

#### 3.3. Термодинамика нелинейных необратимых систем.

Неоднозначность эволюции нелинейных необратимых систем. Функция Ляпунова для систем вдали от равновесия. Принципы термодинамического анализа. Химические и биохимические осцилляторы. Задачи о тепловой и концентрационной устойчивости химико-технологических и биотехнологических процессов.

Обобщение математического и термодинамического подходов к исследованию поведения и эволюции систем.

### **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>1,41</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>2,59</b>	<b>93</b>	<b>69,75</b>
Контактная самостоятельная работа	2,59	0,4	0,3

Самостоятельное изучение разделов дисциплины		56,6	42,45
Выполнение расчётно-графических работ (РГР)		36	27
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>зачёт с оценкой</b>		

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Методы искусственного интеллекта в управлении химическими производствами»**

**1 Цель дисциплины** – научить магистрантов теоретическим знаниям и практическим умениям и навыкам использования методов искусственного интеллекта для решения задач прогнозирования, классификации, оптимизации и управления химико-технологическими процессами, системами и предприятиями в целом.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.3, ПК-2.2, ПК-3.2, ПК-4.2, ПК-4.3.

*Знать:*

- основные понятия, классификации и области применения систем искусственного интеллекта для решения неформализованных задач химической технологии;
- методы машинного обучения;
- теоретические основы искусственных нейронных сетей (ИНС), используемых для решения задач распознавания образов, прогнозирования и управления в химической технологии;
- теоретические методы искусственного интеллекта, основанные на имитации физических и биологических процессов, для решения задач оптимизации в химии и химической технологии и управлении химико-технологическими процессами;
- основные этапы нечеткого логического вывода;
- методы дефаззификации в системах нечеткого вывода;
- нечеткие модели и алгоритмы классификации, управления, принятия решений в задачах химической технологии;
- зарубежные и отечественные программные средства в области искусственного интеллекта: языки программирования (Python, R и др. ), пакеты программ (Loginom Community Edition, TensorFlow, Keras, Deep Learning Toolbox (ранее Neural Network Toolbox), Fuzzy Logic Toolbox (MATLAB) и др.);
- источники, на которых размещены наборы данных для машинного обучения (Google, TensorFlow, GitHub, Kaggle).

*Уметь:*

- формулировать постановки задач моделирования, прогнозирования, оптимизации и управления объектами химической технологии в условиях неопределенности и выбирать методы решения данных задач с использованием теории искусственного интеллекта;
- разрабатывать структуры нейронных сетей с использованием онлайн-программного обеспечения Diagrams.net для решения задач распознавания образов , прогнозирования и управления в химической технологии и проводить исследования объекта с использованием аппарата ИНС;
- формировать обучающие и тестовые выборки для обучения нейронных сетей, в том числе, с использованием Microsoft Excel;
- формировать базы правил в системах нечеткого вывода и выбирать способы фаззификации и дефаззификации входных и выходных переменных;
- применять эволюционные алгоритмы решения задач оптимизации в химии и химической технологии.

*Владеть:*

- навыками использования современных программных средств для реализации нейросетевых (Loginom, Deep Learning Toolbox (ранее Neural Network Toolbox (MATLAB))), нечетких логических Fuzzy Logic Toolbox (MATLAB) , нейронечетких моделей и генетических алгоритмов (пакет Genetic Algorithms языка R) для решения задач химической технологии.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Введение.* Цель и задачи дисциплины. Краткий исторический очерк развития теории искусственного интеллекта.

#### *Раздел 1. Системы искусственного интеллекта*

1.1. Системы искусственного интеллекта: основные понятия, определения, направления исследований, классификация и области применения. Неформализованные задачи в химической технологии. Промышленный интернет и большие данные – перспективы и примеры использования в химической технологии.

1.2. Методы решения неформализованных задач в химической технологии с использованием теории искусственного интеллекта.

1.3. Разработка стандартов в области искусственного интеллекта. Этика применения искусственного интеллекта.

1.4. Обзор зарубежных и отечественных программных средств в области искусственного интеллекта: языки программирования (Python, R и др.), пакеты программ (Loginom Community Edition, TensorFlow, Keras, Deep Learning Toolbox (ранее Neural Network Toolbox), Fuzzy Logic Toolbox (MATLAB) и др.).

#### *Раздел 2. Методы машинного обучения*

2.1. Понятие, классификация и области использования методов машинного обучения. Источники, на которых размещены наборы данных (Dataset) для машинного обучения (Google, TensorFlow, GitHub, Kaggle).

2.2. Краткая характеристика методов машинного обучения для решения задач регрессионного анализа и понижения размерности данных, классификации и кластеризации.

*Раздел 3. Построение систем искусственного интеллекта на основе теории нечётких множеств*

3.1. Природа неопределенностей: неопределенность исходной информации и целей функционирования системы.

3.2. Основные понятия теории нечетких множеств: лингвистической переменной, универсального множества.

3.3. Степень и функция принадлежности. Способы задания (описания) функции принадлежности. Стандартные формы функции принадлежности.

3.4. Основные свойства нечётких множеств.

3.5. Основные этапы нечеткого логического вывода.

3.6. Базы правил в нечетких моделях: свойства правил, полнота нечеткой модели, непротиворечивость, связность и избыточность базы правил.

3.7. Типы нечетких моделей: модели Мамдани, модели Такаги-Сугено, реляционные модели, нейронечеткие модели.

3.8. Нечеткая классификация: примеры использования в задачах химической технологии.

3.9. Нечёткие алгоритмы. Принятие решений на основе нечётких алгоритмов. Общие принципы построения нечётких систем управления. Блок-схема нечёткого регулятора. Этапы формирования управляющих воздействий. Процедура синтеза нечёткого регулятора.

3.10. Алгоритм расчёта управляющего воздействия в нечётком регуляторе.

3.11. Примеры синтеза и использования нечётких регуляторов в системах управления химико-технологическими процессами.

*Раздел 4. Использование искусственных нейронных сетей (ИНС) для решения задач распознавания образов, прогнозирования и управления в химической технологии*

4.1. Формирование обучающей и тестовой выборки. Факторы, влияющие на качество обучения.

4.2. Нейронные сети прямого распространения: варианты использования в системах автоматического регулирования химико-технологических процессов.

4.3. Нейронные сети с обратными связями и алгоритмы их обучения.

4.4. Нейронные сети адаптивного резонанса: структуры и алгоритмы обучения. Использование в системах управления химико-технологическими процессами для решения задач распознавания ситуаций (состояний).

4.5. Примеры использования ИНС для решения задач распознавания образов,

прогнозирования и управления в химической технологии.

*Раздел 5. Методы искусственного интеллекта, основанные на имитации физических и биологических процессов*

5.1. Постановки задач оптимизации в химии и химической технологии и классификация методов решения этих задач, основанных на имитации технологических и биологических процессов.

5.2. Алгоритмы решения задач оптимизации в химии и химической технологии на основе метода имитации отжига.

5.3. Алгоритмы решения задач оптимизации в химии и химической технологии на основе имитации биологических процессов.

5.4. Эволюционные алгоритмы решения задач оптимизации в химии и химической технологии. Бинарные и вещественные генетические алгоритмы. Генетические операторы. Репродуктивный план Холланда и его модификации.

5.5. Применение алгоритмов имитации физических и биологических процессов для обучения искусственных нейронных сетей при управлении химико-технологическими процессами.

#### 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)	0,945	34	25,5
Лабораторные работы (ЛР)	0,945	34	25,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3,64</b>	<b>131</b>	<b>98,25</b>
Контактная самостоятельная работа	3,64	-	-
Подготовка к контрольным работам		21	15,75
Подготовка к лабораторным занятиям		36	27
Реферат		17	12,75
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 «Бифуркационный анализ химических систем»

**1. Цель дисциплины** – приобретение теоретических знаний и практических навыков использования современных методов бифуркационного анализа химических систем для решения широкого круга задач исследования и прогнозирования различных режимов протекания процессов химической технологии, биотехнологии и нанотехнологии, а также управления хаотическими режимами в химических системах.

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

ПК-1.3; ПК-2.2; ПК-3.2; ПК-4.2; ПК-4.3

*Знать:*

- теоретические основы бифуркационного анализа;
- технологию проведения однопараметрического и двухпараметрического анализа реакционных систем;
- типы хаотического поведения в химических системах;

– способы управления хаосом.

*Уметь:*

- прогнозировать и анализировать возможные качественные изменения в системах;
- проводить однопараметрический и двухпараметрический анализ химических систем;
- выявлять различные режимы функционирования химических систем и прогнозировать их поведение на основе анализа математических моделей;
- стабилизировать хаотический режим с помощью алгоритма пропорциональной обратной связи.

*Владеть:*

- методологией проведения бифуркационного анализа;
- навыками выявления возможных сценариев эволюции химических систем по их параметрическим портретам;
- методологией управления хаосом с обратной связью;
- практическими навыками использования современных вычислительных технологий для прогнозирования эволюции химических систем;
- навыками визуализации результатов прогнозирования.

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

#### *Раздел 1. Бифуркации в химических системах*

##### 1.1. Основные понятия качественной теории дифференциальных уравнений.

Общий вид макроскопических моделей химических процессов. Фазовые портреты систем. Основные элементы фазовых портретов двумерных систем: траектории, неподвижные точки, предельные циклы. Методы исследования типа неподвижных точек двумерных систем. Матрица Якоби, её след и собственные числа. Методика исследования двумерных систем в полярных координатах.

##### 1.2. Основные понятия теории бифуркаций.

Понятие бифуркации. Локальные и нелокальные бифуркации. Основные виды бифуркаций, наблюдаемых в реакционных системах. Математическая модель реакции каталитического окисления СО как пример двумерной нелинейной системы с бифуркацией седло-узел. Математическая модель реакционной системы «брюсселятор» как пример двумерной нелинейной системы с бифуркацией Андронова-Хопфа. Бифуркационная память систем и типы её проявления.

##### 1.3. Сложные бифуркации в двумерных нелинейных системах.

Математическая модель ферментативного процесса с субстратным ингибированием как пример двумерной нелинейной системы с двумя последовательными бифуркациями седло-узел. Бифуркации в нелинейных системах, заданных в полярных координатах. Бифуркация рождения двух предельных циклов. Бифуркация седло-узел со скачком в режим релаксационных автоколебаний.

#### *Раздел 2. Параметрический анализ химических систем*

##### 2.1. Технология проведения однопараметрического анализа.

Общая методика анализа стационарных состояний и определения точек бифуркаций. Признаки бифуркаций. Методика обнаружения в системе бифуркации седло-узел. Методика обнаружения в системе бифуркации Андронова-Хопфа. Бифуркационные диаграммы. Триггер и гистерезис в модели ферментативного процесса с субстратным ингибированием.

##### 2.2. Технология проведения двухпараметрического анализа.

Параметрические портреты. Линии бифуркаций: линия кратности и линия нейтральности. Методики их построения. Алгоритмы продолжения по параметру. Точка трёхкратного равновесия системы. Анализ взаимного расположения линий кратности и нейтральности и выявление параметрических областей различных режимов динамического поведения химических систем.

##### 2.3. Примеры параметрического анализа реакционных систем.

Автокаталитический триггер в модели адсорбции вещества на катализаторе. Модель каталитического окисления СО. Гетерогенно-каталитическая система с буферной стадией. Термокинетические модели гетерогенных реакций. Модель с учётом процессов окисления и восстановления поверхности катализатора в ходе реакции каталитического окисления СО.

#### *Раздел 3. Детерминированный хаос в химических системах*

##### 3.1. Хаотические режимы в химических системах.

Понятие детерминированного хаоса. Примеры хаотического поведения в химических системах. Характерные особенности поведения систем с детерминированным хаосом. Странные аттракторы. Переход к хаосу через каскад бифуркаций удвоения периода в дискретных отображениях. Кластерная модель кристаллизации малорастворимых веществ как пример системы с каскадом бифуркаций удвоения периода. Переход к хаосу в модели Рёсслера. Странный аттрактор в модели процесса получения фосфорной кислоты в реакторе с рециклом. Показатели Ляпунова и методика выявления с их помощью хаотических режимов.

### 3.2. Теория управления хаосом.

Понятие стабилизации хаотического поведения динамических систем. Способы управления хаосом. Управление хаосом без обратной связи. Подавление хаоса в колебательной химической реакции. Подавление хаоса в процессах кристаллизации малорастворимых веществ. Управление хаосом с обратной связью. Алгоритм пропорциональной обратной связи. Требования, предъявляемые к системе, для применения алгоритма пропорциональной обратной связи. Понятие диапазона управления. Влияние величины диапазона управления на возможность стабилизации хаоса, длительность переходного периода и качество стабилизации. Стабилизация циклов периода 1 и 2 в логистическом отображении. Использование алгоритма пропорциональной обратной связи для управления хаотическими колебаниями в процессах кристаллизации малорастворимых веществ. Управление хаосом в реакции Белоусова–Жаботинского.

### 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)	0,94	34	25,5
Лабораторные работы (ЛР)	0,94	34	25,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3,64</b>	<b>131</b>	<b>98,25</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,64	131	98,25
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,2
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		

### 5.4 Практика

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

**1 Цель практики** – получение обучающимися первичных навыков научно-исследовательской работы, включающих формирование умений в постановке целей и задач научного исследования; приобретение навыков работы с научно-технической литературой, в том числе и патентной, получение практических умений и навыков использования современных математических методов, моделей, информационных и программных средств, лабораторного оборудования и приборов для решения задач научно-исследовательской работы; формирование умений в области представления, обработки и оформления полученных результатов.

#### **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 и проведения научных и практических исследований с использованием современных методов и технологий;
- современные модели, методы, методики решения задач моделирования, проектирования, оптимизации и управления химико-технологическими процессами и системами;
- функциональные возможности универсального и специализированного программного обеспечения для решения практических задач научных исследований;

*Уметь:*

- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю пройденной практики, в том числе с применением Интернет-технологий;
- использовать современные приборы и методики по профилю программы магистратуры, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты;

*Владеть:*

- способами и приемами сбора, подготовки и анализа экспериментальных данных по тематике научно-практических исследований;
- средствами компьютерной техники для подготовки и систематизации результатов практических исследований.

### **3 Краткое содержание практики**

**Раздел 1.** Обзор литературы по теме исследования. Составление аналитического литературного обзора.

Обоснование актуальности темы. Поиск и проработка литературы из всех доступных источников за определенный (согласованный с руководителем) период времени. Анализ литературы и составление литературного обзора по теме научно-исследовательской работы.

**Раздел 2.** Постановка цели и задач исследования. Проведение экспериментальных и расчетно-экспериментальных исследований по теме.

Формулирование цели исследования (какой результат предполагается получить) и постановка задачи исследования (что делать – теоретически и экспериментально).

Изучение объекта практического исследования научно-исследовательской работы магистранта. Анализ истории становления и развития объекта практических исследований; современного состояния, наилучших существующих технологий, методов и способов интенсификации технологических процессов, эффективности использования оборудования и других технических и технико-экономических решений.

**Раздел 3.** Проведение лабораторных или практических исследований и экспериментов по тематике научно-исследовательской работы магистранта.

Описание экспериментальных стендов и установок для проведения исследований. Отработка методик исследований, определение погрешностей экспериментальных данных. Планирование эксперимента, проведение эксперимента, анализ и интерпретация результатов, выводы и заключения. Приобретение навыков работы со специализированным программным обеспечением для проведения компьютерных вычислительных экспериментов по теме работы. Написание тезисов докладов и статей; составление докладов с использованием современного компьютерного обеспечения. Составление отчета и презентации.

Конкретное содержание учебной практики определяется индивидуальным заданием обучающегося с учётом интересов и возможностей кафедры или организации, где она проводится. Индивидуальное задание разрабатывается по профилю изучаемой программы магистратуры с учётом темы выпускной квалификационной работы.

#### 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>3,3</b>	<b>119</b>	<b>89,25</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки:</b>	<b>3,3</b>	<b>119</b>	<b>89,25</b>
Практические занятия (ПЗ):	3,3	119	89,25
в том числе в форме практической подготовки:	3,3	119	89,25
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,7</b>	<b>97</b>	<b>72,75</b>
в том числе в форме практической подготовки:	<b>2,7</b>	<b>97</b>	<b>72,75</b>
Контактная самостоятельная работа	2,7	0,4	0,3
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики		96,6	72,45
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачёт с оценкой</b>		

#### Аннотация рабочей программы практики «Производственная практика: научно-исследовательская работа»

**1 Цель практики** – формирование необходимых компетенций для осуществления научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии посредством планирования и осуществления экспериментальной деятельности на основании изученных дисциплин, в том числе специальных, и самостоятельно изученной информации.

#### **2 В результате выполнения 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; ПК-5.2; ПК-5.3*

*Знать:*

методологию и методики научных исследований;

- теоретические предпосылки планирования и проведения экспериментов, в том числе компьютерных вычислений;

- фундаментальные законы физических, физико-химических, биотехнологических и других явлений и процессов и их математическое описание;

- способы обработки результатов измерений и оценки погрешности и наблюдения.

*Уметь:*

- отбирать и анализировать необходимую научно-техническую информацию по тематике магистерской диссертации;

- формулировать цели и задачи исследований;

- обосновывать теоретические предпосылки, планировать и проводить лабораторные эксперименты и вычислительные эксперименты с использованием специализированного программного обеспечения;

- обрабатывать результаты измерений и оценивать погрешности и наблюдения;

- сопоставлять результаты эксперимента с теоретическими предпосылками и формулировать выводы научного исследования;

- интерпретировать результаты вычислительных экспериментов на основе знания фундаментальных законов физических, физико-химических, химических, биотехнологических и других явлений и процессов;

- составлять отчеты, доклады или готовить статьи по результатам научного исследования.

*Владеть:*

- способами постановки целей и задач исследований;
- навыками разработки плана научного исследования;
- методами обработки результатов экспериментов, расчета погрешностей;
- методами интерпретации полученных результатов, сопоставлением их с литературными или производственными данными;
- приемами формулирования научных выводов;
- умением написания тезисов докладов, статей и составление докладов с использованием современного компьютерного обеспечения.

*Подготовить и представить к защите* научно-исследовательскую работу (НИР), выполненную на современном уровне развития науки и техники и соответствующую выбранному направлению подготовки и программе обучения. В представленной к защите НИР должны получить развитие знания и навыки, полученные обучающимся при освоении программы магистратуры, в том числе при изучении специальных дисциплин. Представленная к защите НИР должна содержать основные теоретические положения, экспериментальные результаты, практические достижения и выводы из работы.

### **3 Краткое содержание практики**

**Раздел 1.** Обзор текущей литературы. Составление методик исследования. Написание тезисов, статей, отчетов и докладов.

Поиск текущей литературы по базам ВИНТИ РАН, каталогам электронных библиотек, приведенных в разделе 6.2 настоящей ООП. Составление методик исследования и их отработка.

Написание тезисов докладов, составление докладов и презентаций. Выступление на конференциях различного уровня. Написание статей в научные журналы.

**Раздел 2.** Проведение экспериментальных и расчетно-экспериментальных исследований по теме выпускной квалификационной работы.

Определение характеристик объектов исследования. Проведение эксперимента (лабораторного и вычислительного), анализ и интерпретация результатов, формулирование выводов и заключений. Сопоставление собственных данных с данными научных источников из литературы, объяснение закономерностей, обнаруженных в процессе исследования. Выявление новизны результатов. Формулировка рекомендаций к использованию на практике результатов, полученных в ходе исследования.

Подготовка отчета и презентации результатов НИР за 2-ой семестр.

**Раздел 3.** Обзор текущей литературы. Написание методической (теоретической) главы выпускной квалификационной работы.

Поиск и проработка текущей литературы, необходимой для интерпретации результатов исследования. Написание главы научно-исследовательской работы, содержащей характеристики объектов исследования, методики определения этих характеристик и методики проведения экспериментов.

Написание тезисов докладов, составление докладов и презентаций. Выступление на конференции МКХТ и других семинарах и конференциях различного уровня.

**Раздел 4.** Проведение экспериментальных и расчетно-экспериментальных исследований по теме.

Калибровка приборов, отладка экспериментальных стендов. Проведение экспериментальных исследований, анализ и интерпретация результатов. Проведение компьютерных вычислительных экспериментов. Сопоставление полученных результатов с данными научных источников, описание механизмов и корреляций, обнаруженных в процессе исследования. Интерпретация результатов компьютерного моделирования. Формулирование новизны полученных результатов. Формулировка рекомендаций к использованию результатов на практике. Подготовка отчета и презентации результатов НИР за 3-ий семестр.

**Раздел 5.** Проведение экспериментальных и расчетно-экспериментальных исследований по теме. Формулирование научных выводов

Проведение экспериментов, окончательный анализ результатов. Интерпретация полученных зависимостей и корреляций. Завершается работа выводами и заключением, в которых тезисно, по порядку выполнения задач, излагаются результаты всего исследования.

**Раздел 6.** Оформление материалов, подготовка отчета по НИР и презентации к защите. Оформление материалов научно-исследовательской работы, согласно ГОСТа. Подготовка отчета и презентации результатов НИР за 4 семестр.

#### 4 Объем практики

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>30</b>	<b>1080</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>14,6</b>	<b>527</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки:</b>	<b>14,6</b>	<b>527</b>
Практические занятия (ПЗ):	14,6	527
в том числе в форме практической подготовки:	14,6	527
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>14,4</b>	<b>517</b>
в том числе в форме практической подготовки:	<b>14,4</b>	<b>517</b>
Контактная самостоятельная работа	14,4	0,8
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики		516,2
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачёт с оценкой / Экзамен</b>	
<b>В том числе по семестрам:</b>		
<b>2 семестр</b>		
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>9</b>	<b>324</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4,25</b>	<b>153</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки:</b>	<b>4,25</b>	<b>153</b>
Практические занятия (ПЗ):	4,25	153
в том числе в форме практической подготовки:	4,25	153
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4,75</b>	<b>171</b>
в том числе в форме практической подготовки:	<b>4,75</b>	<b>171</b>
Контактная самостоятельная работа	4,75	0,4
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики		170,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачёт с оценкой</b>	
<b>3 семестр</b>		
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3,3</b>	<b>119</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки:</b>	<b>3,3</b>	<b>119</b>
Практические занятия (ПЗ):	3,3	119
в том числе в форме практической подготовки:	3,3	119
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,7</b>	<b>97</b>
в том числе в форме практической подготовки:	<b>2,7</b>	<b>97</b>
Контактная самостоятельная работа	2,7	0,4
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики		96,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачёт с оценкой</b>	
<b>4 семестр</b>		
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>15</b>	<b>540</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>7,1</b>	<b>255</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки:</b>	<b>7,1</b>	<b>255</b>

Практические занятия (ПЗ):	7,1	255
в том числе в форме практической подготовки:	7,1	255
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>6,9</b>	<b>249</b>
в том числе в форме практической подготовки:	<b>6,9</b>	<b>249</b>
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики	6,9	249
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	
Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>30</b>	<b>810</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>14,6</b>	<b>395,25</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки:</b>	<b>14,6</b>	<b>395,25</b>
Практические занятия (ПЗ):	14,6	395,25
в том числе в форме практической подготовки:	14,6	395,25
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>14,4</b>	<b>387,75</b>
в том числе в форме практической подготовки:	14,4	387,75
Контактная самостоятельная работа	14,4	0,6
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики		387,15
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачёт с оценкой / Экзамен</b>	
<b>В том числе по семестрам:</b>		
<b>2 семестр</b>		
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>9</b>	<b>243</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4,25</b>	<b>114,75</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки:</b>	<b>4,25</b>	<b>114,75</b>
Практические занятия (ПЗ):	4,25	114,75
в том числе в форме практической подготовки:	4,25	114,75
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4,75</b>	<b>128,25</b>
в том числе в форме практической подготовки:	<b>4,75</b>	<b>128,25</b>
Контактная самостоятельная работа	4,75	0,3
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики		127,95
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачёт с оценкой</b>	
<b>3 семестр</b>		
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3,3</b>	<b>89,25</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки:</b>	<b>3,3</b>	<b>89,25</b>
Практические занятия (ПЗ):	3,3	89,25
в том числе в форме практической подготовки:	3,3	89,25
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,7</b>	<b>72,75</b>
в том числе в форме практической подготовки:	<b>2,7</b>	<b>72,75</b>
Контактная самостоятельная работа	2,7	0,3
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики		72,45
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачёт с оценкой</b>	

<b>4 семестр</b>		
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>15</b>	<b>405</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>7,1</b>	<b>191,25</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки:</b>	<b>7,1</b>	<b>191,25</b>
Практические занятия (ПЗ):	7,1	191,25
в том числе в форме практической подготовки:	7,1	191,25
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>6,9</b>	<b>186,75</b>
в том числе в форме практической подготовки:	<b>6,9</b>	<b>186,75</b>
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики	6,9	186,75
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

### **5.5 Государственная итоговая аттестация:**

#### **выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы**

**1 Цель государственной итоговой аттестации: выполнения, подготовки к процедуре защиты и защиты 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 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

**2 В результате прохождения государственной итоговой аттестации: выполнения, подготовки к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы у студента проверяется сформированность следующих компетенций, а также следующих знаний, умений и навыков, позволяющих оценить степень готовности обучающихся к дальнейшей профессиональной деятельности.**

Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать следующими компетенциями:

*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;

- методы математического моделирования, оптимизации, управления и проектирования химико-технологических процессов (ХТП) и систем;

- методы и подходы к проектированию информационных систем, баз данных и знаний для решения задач моделирования, синтеза и управления энерго- и ресурсосберегающими процессами в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии;

- методы искусственного интеллекта для решения задач прогнозирования, оптимизации и управления ХТП;

- 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;

*Уметь:*

- разрабатывать новые технические и технологические решения на основе результатов научных исследований;
- создавать математические модели описания технологических процессов, позволяющих прогнозировать технологические параметры, характеристики аппаратуры и свойства получаемых веществ, материалов и изделий;
- использовать универсальное и специализированное программное обеспечение для решения задач моделирования, проектирования, оптимизации и управления энерго- и ресурсосберегающими химическими процессами и химико-технологическими системами;
- разрабатывать программы и выполнять научные исследования, обработку и анализ их результатов, формулировать выводы и рекомендации;

*Владеть:*

- методами математического моделирования, информационного моделирования и искусственного интеллекта и навыками их использования при решении профессиональных задач;
- методологией и методикой анализа, синтеза и оптимизации процессов обеспечения качества, химической 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 работ.

**3 Краткое содержание государственной итоговой аттестации: выполнения, подготовки к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы**

Государственная итоговая аттестация: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы проходит в 4 семестре на базе знаний, умений и навыков, 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: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы проводится государственной экзаменационной комиссией.

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

**4 Объем государственной итоговой аттестации: выполнения, подготовки к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы**

Программа относится к обязательной части учебного плана, к блоку 3 «Государственная итоговая аттестация» (БЗ.01) и рассчитана на сосредоточенное прохождение в 4 семестре (2 курс) обучения в объеме 324 ч (9 ЗЕТ). Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математического моделирования энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, методов искусственного интеллекта, экспертных систем, баз данных и знаний, а также умеют применить их практические приложения для задач моделирования, проектирования, оптимизации и управления ХТП и ХТС в соответствии с темой выпускной квалификационной работы.

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость ГИА по учебному плану</b>	<b>9</b>	<b>324</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	–	–
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>9</b>	<b>324</b>
Контактная работа – итоговая аттестация	9	0,67
Выполнение, написание и оформление ВКР		323,33
<b>Вид контроля:</b>	<b>Защита ВКР</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость ГИА по учебному плану</b>	<b>9</b>	<b>243</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	–	–
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>9</b>	<b>243</b>
Контактная работа – итоговая аттестация	9	0,5
Выполнение, написание и оформление ВКР		242,5
<b>Вид 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; ПК-2.2*

*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.
<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</b>	<b>25,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,06</b>	<b>38</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,8	28,35
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачёт</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 должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; ПК-2.2; ПК-2.3*

*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.

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.

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

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
Практические занятия (ПЗ)	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	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		73,8	55,35
<b>Вид итогового 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 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. Электронная информационно-образовательная среда обеспечивает возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», как на территории университета, так и вне ее.

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), 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 ООП 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 видеопроекционным 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**

Кафедра кибернетики располагает 94 персональными компьютерами, из которых 54 компьютеров используются в образовательном процессе. При этом число компьютеров, объединенных в локальные сети и имеющих выход в интернет 94. Все персональные компьютеры современные с процессорами Pentium II и выше.

Кафедра кибернетики располагает компьютерными классами на 15 посадочных мест (ауд. 243а), 16 посадочных мест (ауд. 247), на 8 посадочных мест (ауд.112), 9 посадочных мест (ауд.111), 3 учебно-научными лабораториями: лабораторией современных средств автоматизации, лабораторией математического моделирования и лабораторией гетерогенного катализа (физико-химическая лаборатория). Все лаборатории оснащены необходимыми приборами и аппаратами.

Лаборатория современных средств автоматизации (ауд. 244) оснащена: 1) двухпозиционной системой управления калорифером на базе ТРМ-2, 2) двухпозиционной системой регулирования температуры жидкости в емкости с мешалкой на базе 2ТРМ1 3) трёхпозиционной системой регулирования температуры жидкости в ёмкости с мешалкой на базе ИРТ5920, 4) переносной трёхпозиционной системой регулирования температуры воздуха на базе ИРТ5920Н, 5) системой непосредственного цифрового управления калорифером с использованием БУСТ, 6) импульсной системой управления калорифером с использованием широтно-импульсной модуляции на базе ТРМ12-РiС, 7) микропроцессорной одноконтурной системой регулирования температуры на выходе из калорифера на базе ТРМ101, 8) микропроцессорной одноконтурной системой регулирования температуры жидкости в ёмкости на базе ТРМ101, 9) каскадной автоматической системой регулирования уровня на базе контроллера СуВго2, 10) микропроцессорной системой управления объектом периодического действия на базе программируемого логического контроллера ПЛК150, 11) микропроцессорной системой управления калорифером на базе программируемого логического контроллера ПЛК150, 12) микропроцессорной системой управления климатической камерой КК-350 ТХВ на базе программируемого логического контроллера ПЛК150. Каждая установка имеет автоматизированное рабочее место, основу которого составляет ПК с системным блоком, напрямую соединённым через СОМ-порт с базовыми микропроцессорными устройствами. Все 12 ПК объединены в единую лабораторную сеть, имеют необходимое программное обеспечение и доступ в Интернет.

Лаборатория математического моделирования (ауд. 243) оснащена установками теплообмена, ректификации, абсорбции, кристаллизации, фазового равновесия, сушки, химическим реактором,

мембранной установкой, аэротенком. Для занятий используются 2 ПК с предустановленным программным обеспечением.

Лаборатория гетерогенного катализа (физико-химическая лаборатория, ауд. 207) оснащена каталитической установкой для проведения химических реакций, насадочной ректификационной установкой Луммарк, газоанализатором ГИАМ-310-02-2-2, газовым хроматографом 3700 с двумя капиллярными и четырьмя насадочными колонками, ПИД регулятором одноканальным ТРМ-101-СС.

Удельный вес стоимости оборудования (не старше 5 лет) в общей стоимости оборудования 20,3 %

В целом можно сделать следующее заключение: кафедра обладает хорошей материально-технической базой для проведения необходимых практических занятий магистрантов. Материально-техническая база постоянно обновляется, причем IBM PC-совместимые компьютеры, используемые в учебном процессе, обновляются наиболее часто.

На кафедре КХТП имеется учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; учебные аудитории для проведения текущего контроля выполнения выпускной квалификационной работы, оборудованные электронными средствами демонстрации; компьютерные классы с предустановленным программным обеспечением для самостоятельного выполнения расчетно-практических частей ВКР; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет для организации самостоятельной работы и выполнения индивидуальных заданий.

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

Большинство дисциплин, преподаваемых в магистратуре, хорошо обеспечены учебно-наглядными материалами, в том числе доступными через сеть Интернет.

По ряду дисциплин реализованы образовательные и учебно-методические ресурсы на образовательном портале РХТУ Moodle.muctr.ru, широко используемые в учебном процессе.

Доступны также учебные материалы, размещенные на сайте междисциплинарной автоматизированной системы обучения <http://cis.muctr.ru/alk/>. Организован доступ к свободно распространяемым образовательным порталам и сайтам для использования информационно-справочных ресурсов.

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

На кафедре КХТП, реализующей основную профессиональную образовательную программу по направлению 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии магистерской программе «Кибернетика для инновационных технологий», имеются в достаточном количестве персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, USB-портами, принтерами, многофункциональными устройствами и программными средствами; мультимедийное проекционное оборудование; веб-камеры; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет; беспроводная точка доступа в локальную сеть и сеть Интернет.

При необходимости использования аудиовизуального материала при проведении обсуждения материалов выполнения научно-исследовательской работы магистрантов, выпускной квалификационной работы в виде презентации и защите отчетов по всем видам практик на кафедре имеются проекторы, настенные и переносные экраны, а также звуковые колонки.

Все компьютеры объединены в единую локальную сеть и имеют доступ к глобальной сети Интернет.

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

Для реализации ООП магистратуры по направлению подготовки 18.04.02 магистерской программе «Кибернетика для инновационных технологий» на кафедре КХТП используются информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам; методические

рекомендации к практическим занятиям; электронные учебные пособия по дисциплинам; кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедр в электронном виде; видеоуроки к разделам дисциплин.

Имеются и широко используются в учебном процессе электронные образовательные ресурсы: междисциплинарная автоматизированная система обучения на основе сетевых технологий для подготовки химиков-технологов; инновационный учебно-методический комплекс по проблемам химической безопасности и биологической безопасности; специализированное программное обеспечение; базы данных специализированного назначения, используемые при проведении научных исследований магистрантами и при изучении соответствующих разделов дисциплин «Компьютерные системы проектирования и управления химическими производствами», «Компьютерные сети и распределённые базы данных: методы создания и использование в химической технологии», «Компьютерно-интегрированные ресурсосберегающие системы управления химическими предприятиями», «Экспертные системы в химии и химической технологии», «Методы искусственного интеллекта в управлении химическими производствами»

Информационно-образовательные, информационно-методические, учебно-исследовательские ресурсы; банки тестовых заданий для самоконтроля, промежуточного и рубежного контроля знаний по дисциплинам вариативной части программы представлены на образовательном сайте междисциплинарной АСО <http://cis.muotr.ru/alk/>, разработанном и поддерживаемом на кафедре.

Обеспеченность современными учебными пособиями, выпущенными преподавателями кафедры КХТП для магистрантов, высокая. Ко всем научным изданиям и учебным пособиям, выпущенным через РИО РХТУ им. Д.И. Менделеева имеется доступ через фонды информационно-библиотечного фонда. Кроме того, большинство дисциплин, преподаваемых на кафедре, имеют развернутую информационно-образовательную и информационно-методическую поддержку, к ресурсам в сети Интернет.

Информационно-образовательные, информационно-методические, учебно-исследовательские ресурсы представлены на сайте кафедры <http://khttp.muotr.ru>

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 составляет на 01.01.2022 года 1 719 785 экз.

Фонд учебной и учебно-методической литературы укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0.25 экземпляров каждого из изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, и не менее 0.25 экземпляров дополнительной литературы на одного обучающегося.

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»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2020 № 33.03-Р-3.1-2173/2020  Сумма договора – 747 661-28  С 26.09.2020 по 25.09.2021  Договор от 26.09.2021 №33.03-Р-3.1-3824/2021  С 26.09.2021 по 25.09.2022  Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>  Количество ключей – доступ для зарегистрированных	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>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» - 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	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ.  Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a>  Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».	Принадлежность сторонняя. Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ-Центр»  Контракт от 24.12.2021 216-277ЭА/2021  Сумма договора – 887 604-00  С 01.01.2022 по 31.12.2022  Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a>  Количество ключей – 10 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД
4	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ)	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ФГБУ РГБ Договор от 23.04.2021 № 33.03-Р-2.0-23269/2021  Сумма договора – 398 840-00  С 23.04.2021 по 22.04.2022  Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a>  Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: «Экономические науки», «Юридические науки», «Педагогические науки» и «Психологические науки»; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.
5	БД ВИНТИ РАН	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора- ВИНТИ РАН Договор от 20.04.2022 № 33.03-Р-3.1-4426/2022  Сумма договора - 100 000-00  С 20.04.2022 по 19.04.2023  Ссылка на сайт – <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a>  Количество ключей –	Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД – более 28 млн. документов

		локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.	
6	Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»	<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>	<p>Гарант – справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.</p>
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>Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.</p>

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

	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	
	Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ.	

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 **18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии** 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 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 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 30.10.2019, протокол № 3, введенного в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А; 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 30.10.2019, протокол № 3, введенного в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А.

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. Информационные технологии в НИОКР
5. Управление наукоемкими проектами
6. Дополнительные главы математики
7. Компьютерные системы проектирования и управления химическими производствами
8. Хемометрика
9. Базы данных: методы создания и проектирования
10. Инженерное творчество в химии и химической технологии
11. Методы оптимизации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем
12. Компьютерные сети и распределенные базы данных: методы создания и использование в химической технологии
13. Компьютерно-интегрированные ресурсосберегающие системы управления химическими предприятиями
14. Теория эксперимента
15. Экспертные системы в химии и химической технологии
16. Методы нелинейной динамики в химии и химической технологии
17. Методы искусственного интеллекта в управлении химическими производствами
18. Бифуркационный анализ химических систем
19. Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
20. Производственная практика: научно-исследовательская работа
21. Государственная итоговая аттестация: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  
Факультативов
22. Профессионально-ориентированный перевод
23. Научная публицистика

входящих в ООП по направлению подготовки **18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**, магистерская программа **«Кибернетика для инновационных технологий»**, 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, тесты, ситуационные задания, кейс-задачи, 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 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. Информационные технологии в НИОКР
5. Управление наукоемкими проектами
6. Дополнительные главы математики
7. Компьютерные системы проектирования и управления химическими производствами
8. Хемометрика
9. Базы данных: методы создания и проектирования
10. Инженерное творчество в химии и химической технологии
11. Методы оптимизации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем
12. Компьютерные сети и распределенные базы данных: методы создания и использование в химической технологии
13. Компьютерно-интегрированные ресурсосберегающие системы управления химическими предприятиями
14. Теория эксперимента
15. Экспертные системы в химии и химической технологии
16. Методы нелинейной динамики в химии и химической технологии
17. Методы искусственного интеллекта в управлении химическими производствами
18. Бифуркационный анализ химических систем
19. Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
20. Производственная практика: научно-исследовательская работа
21. Государственная итоговая аттестация: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  
Факультативов
22. Профессионально-ориентированный перевод
23. Научная публицистика

входящих в ООП по направлению подготовки «**18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**», магистерская программа «**Кибернетика для инновационных технологий**», 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. Информационные технологии в НИОКР
5. Управление наукоемкими проектами

6. Дополнительные главы математики
  7. Компьютерные системы проектирования и управления химическими производствами
  8. Хемометрика
  9. Базы данных: методы создания и проектирования
  10. Инженерное творчество в химии и химической технологии
  11. Методы оптимизации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем
  12. Компьютерные сети и распределенные базы данных: методы создания и использование в химической технологии
  13. Компьютерно-интегрированные ресурсосберегающие системы управления химическими предприятиями
  14. Теория эксперимента
  15. Экспертные системы в химии и химической технологии
  16. Методы нелинейной динамики в химии и химической технологии
  17. Методы искусственного интеллекта в управлении химическими производствами
  18. Бифуркационный анализ химических систем
  19. Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
  20. Производственная практика: научно-исследовательская работа
  21. Государственная итоговая аттестация: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
- Факультативов
22. Профессионально-ориентированный перевод
  23. Научная публицистика

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