

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева

\_\_\_\_\_ И.В. Воротынцев

«25» мая 2022 г.

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

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

(Код и наименование направления подготовки)

**Магистерская программа:**  
**«Цифровизация химических производств и химико-технологических**  
**процессов»**

(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      Э. М. Кольцова      \_\_\_\_\_  
(подпись)

к.т.н., доцент      Г. Н. Семенов      \_\_\_\_\_  
(подпись)

ООП магистратуры рассмотрена и одобрена на заседании кафедры информационных компьютерных технологий (ИКТ) протокол № \_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Заведующий кафедрой информационных компьютерных технологий

д.т.н., профессор      \_\_\_\_\_ Э. М. Кольцова  
(подпись)

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

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.      \_\_\_\_\_ А. М. Бессарабов  
(подпись)

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

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

– Приказ Минобрнауки России от 05.04.2017 № 301 «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 марта 2020 г., 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.е.

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; в очно-заочной форме обучения увеличивается не менее чем на 6 месяцев и не более чем на год по сравнению со сроком получения образования в очной форме обучения; 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.

Структура программы магистратуры (обязательная часть; часть, формируемая участниками образовательных отношений; факультативы)

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.

При разработке программы магистратуры обучающимся обеспечивается возможность освоения элективных дисциплин (модулей) и факультативных дисциплин (модулей). Факультативные дисциплины (модули) не включаются в объем программы магистратуры.

Программа магистратуры состоит из следующих блоков:

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

### **Структура программы магистратуры**

| Структура программы магистратуры |                                     | Объем программы магистратуры 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     |                                     | 120  |

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 подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (если Организация включила государственный экзамен в состав государственной итоговой аттестации); выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

Количество и соотношение часов по блокам, видам учебной нагрузки. Объем обязательной части без учета объема государственной итоговой аттестации должен составлять не менее 20 процентов общего объема программы магистратуры.

#### **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.<br>УК-1.2 – Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке.<br>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<br>УК-2.2 – Умеет организовать реализацию и обеспечить контроль за ходом выполнения проекта<br>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                                      | УК-3.1 – Знает социально-психологические аспекты управления в организации.<br>УК-3.2 – Умеет вырабатывать командную стратегию для   |

| Наименование категории (группы) УК                              | Код и наименование УК   | Код и наименование индикатора достижения УК  |
|---|---|--|
|   | для достижения поставленной цели  | достижения поставленной цели в решении профессиональных задач.<br>УК-3.3 – Владеет навыками конструктивного взаимодействия в команде, рефлексии своего поведения и лидерскими качествами.  |
| Коммуникация  | УК-4 – Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) 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<br>УК-4.2 – Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные.<br>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.<br>УК-5.2 – Умеет адекватно выстраивать стратегию успешного взаимодействия с людьми различного социального и культурного происхождения.<br>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.<br>УК-6.2 – Умеет анализировать проблемные ситуации на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, использовать методы диагностики коллектива и самодиагностики, самопознания, саморегуляции и самовоспитания.<br>УК-6.3 – Владеет социально-психологическими методами и технологиями развития личности, |

| Наименование категории (группы) УК | Код и наименование УК | Код и наименование индикатора достижения УК                               |
|------------------------------------|-----------------------|---|
|                                    |                       | 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.<br>ОПК-1.2 – Умеет формулировать задачи научного исследования, использовать научно обоснованные методы их решения и представлять результаты научного исследования.<br>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.<br>ОПК-2.2 – Умеет организовывать проведение экспериментов и испытаний.<br>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.<br>ОПК-3.2 – Умеет контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку.<br>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<br><br>- Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научных исследований 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 – 6) |
|   |  |   | 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   |   |

|  |   |   |  |  |
|--|---|---|--|--|
| <p>Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации</p> | <p>- Химическое, химико-технологическое производство</p> <p>- Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p> | <p>ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации</p> | <p>ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной деятельности и методики анализа явлений и процессов</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>ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации</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 руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)</p> |
| <p>Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального</p>   | <p>- Химическое, химико-технологическое производство</p>  | <p>ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью повышения показателей</p>   | <p>ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и рационального использования ресурсов в своей</p>  | <p>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским</p>   |

|   |  |   |   |  |
|---|--|---|---|--|
| ного характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации  | - Сквозные виды профессиональной деятельности и в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).  | энерго- и ресурсосбережения   | профессиональной деятельности   | разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н,   |
|   |  |   | ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов  |  |
| 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<br><br>- Сквозные виды профессиональной деятельности и 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 | ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности   | 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, |
|   |  |   | 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 |  |
|   |  |   | ПК-4.2 Умеет применять метод  |  |

|   |   |  |  |   |
|---|---|--|--|---|
|   | <p>ьских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>  |  | <p>математического моделирования для решения исследовательских задач в области профессиональной деятельности, оптимизации энерго- и ресурсосберегающих, экологически безопасных химических технологий</p>  | <p>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-4.3 Владеет приемами применения метода математического моделирования для исследования отдельных технологических процессов и систем, в том числе с использованием специализированных компьютерных программных средств</p>   |   |
| <p>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</p> | <p>- Химическое, химико-технологическое производство</p> <p>- Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-</p> | <p>ПК-5 Способен решать задачи цифровизации объектов и систем в области своей профессиональной деятельности на основе информационных компьютерных технологий</p> | <p>ПК-5.1 Знает существующие и перспективные информационные технологии цифровизации объектов в области своей профессиональной деятельности</p> <p>ПК-5.2 Умеет проводить аналитические исследования объектов цифровизации с применением современных информационных технологий и технологий больших данных.</p> | <p>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</p> |

|  |   |  |  |  |
|--|---|--|--|--|
| <p>Разработка, исследование, внедрение и сопровождение в организациях всех видов деятельности систем управления качеством, направленных на постоянное улучшение качества и повышение конкурентоспособности организации продукции и услуг в области профессиональной деятельности</p> | <p>конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p> |  | <p>ПК-5.3 Владеет навыками планирования выполнения научно-исследовательских работ в области разработки новых методов, алгоритмов, технологий с целью цифровизации объектов и систем в области своей профессиональной деятельности.</p> | <p>Обобщенная трудовая функция D. Проектирование АСУП D/01.7 Разработка структуры АСУП (уровень квалификации – 7) D/04.7 Разработка интегрированной АСУП (уровень квалификации 7)</p> <p>Профессиональный стандарт 40.062 "Специалист по качеству", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22.40.2021 N 276н</p> <p>Обобщенная трудовая функция Обобщенная трудовая функция С. Управление качеством продукции (работ, услуг) в организации С/02.7. Обеспечение функционирования системы управления</p> |
|--|---|--|--|--|

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  | <p>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

### 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>34,0</b> | <b>25,5</b> |
| Лекции   | 0,44             | 16,0        | 12,0        |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,5              | 18,0        | 13,5        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,06</b>      | <b>38,0</b> | <b>28,5</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 1,06             | 0,2         | 0,15        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                  | 37,8        | 28,35       |
| <b>Вид контроля:</b>                           | <b>Зачет</b>     |             |             |

### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### «Деловой иностранный язык»

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

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

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

*Знать:*

- основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели;
- русские эквиваленты основных слов и выражений профессиональной речи;
- основные приемы и методы реферирования и аннотирования литературы по специальности;
- пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами;
- приемы работы с оригинальной литературой по специальности.

*Уметь:*

- вести деловую переписку на изучаемом языке;
- работать с оригинальной литературой по специальности;
- работать со словарем;
- вести речевую деятельность применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации.

*Владеть:*

- иностранным языком на уровне делового и профессионального общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи;
- формами деловой переписки, навыками подготовки текстовых документов в управленческой деятельности;
- основной иноязычной терминологией специальности;
- основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.4 Изучающее чтение текстов в сфере делового общения.

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

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

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

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

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

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

### **4. Объем учебной дисциплины**

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины |              |             |
|--|------------------|--------------|-------------|
|  | ЗЕ               | Акад. ч.     | Астр. ч.    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>3,0</b>       | <b>108,0</b> | <b>81,0</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,9</b>       | <b>34,0</b>  | <b>25,5</b> |

|  |                |             |              |
|--|----------------|-------------|--------------|
| Практические занятия (ПЗ)                    | 0,9            | 34,0        | 25,5         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                | <b>1,1</b>     | <b>38,0</b> | <b>28,5</b>  |
| Контактная самостоятельная работа            | 1,1            | -           | <b>0,00</b>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |                | 38,0        | <b>28,50</b> |
| <b>Виды контроля:</b>                        |                |             |              |
| <b>Экзамен</b>                               | <b>1,0</b>     | <b>36,0</b> | <b>27,0</b>  |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1,0            | 0,4         | 0,3          |
| Подготовка к экзамену                        |                | 35,6        | 26,7         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>               | <b>Экзамен</b> |             |              |

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

**1 Цель дисциплины** – 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; ПК-3.1; ПК-3.2*

*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, ВИНТИ, 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, WILEY&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.

#### 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 итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет с оценкой</b> |            |             |

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

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

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

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

*Знать:*

- методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации;
- теоретические основы и основные принципы управления проектами;
- социально-психологические аспекты управления в организации;
- сущность проблем организации, самоорганизации и развития личности, ее поведения в коллективе в условиях профессиональной деятельности;
- методологические основы научного знания, теоретические и эмпирические методы исследования;
- принципы работы основных приборов в инструментальных методах исследования;
- технологические основы организации современных производств соответствующего профиля

*Уметь:*

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

- организовывать проведение экспериментов и испытаний;
- контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку;

#### *Владеть:*

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

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

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

#### **Основные характеристики проекта**

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

#### **Нормативные документы проектирования**

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

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

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

#### **Общие принципы управления проектом**

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

#### **Системный анализ как основа управления проектом**

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

ограничения. Взаимосвязь экономических критериев и организационно-технологических показателей проекта

### **Предпроектирование и рабочее проектирование**

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

### **Проектный менеджмент в нефтегазохимическом комплексе**

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

### **Реализация проектных решений**

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

## **4. Объём учебной дисциплины**

| Виды учебной работы                                    | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|---------------------|-----------------|-------------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>4</b>            | <b>144</b>      | <b>108</b>        |
| <b>Аудиторные занятия:</b>                             | <b>0,95</b>         | <b>34</b>       | <b>25,5</b>       |
| Лекции (Лек)   | 0,45                | 16              | 12                |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 0,5                 | 18              | 12,5              |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                    | <b>2,05</b>         | <b>74</b>       | <b>55,5</b>       |
| Контактная самостоятельная работа                      | 2,05                | -               | -                 |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                     | 74              | 55,5              |
| <b>Вид контроля</b>                                    |                     |                 |                   |
| <b>Экзамен</b>   | <b>1</b>            | <b>36</b>       | <b>27</b>         |
| <b>Контактная работа - промежуточная аттестация</b>    | <b>1</b>            | <b>0,4</b>      | <b>0,3</b>        |
| <b>Подготовка к экзамену</b>                           |                     | <b>35,6</b>     | <b>26,7</b>       |
| <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 метода 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                             | Всего       |            | Семестр                |            |
|--|-------------|------------|------------------------|------------|
|  |             |            | 2                      |            |
|  | ЗЕ          | Акад. ч.   | ЗЕ                     | Акад. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>3</b>    | <b>108</b> | <b>3</b>               | <b>108</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1,42</b> | <b>51</b>  | <b>1,42</b>            | <b>51</b>  |
| Лекции   | 0,45        | 16         | 0,45                   | 16         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,97        | 35         | 0,97                   | 35         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,58</b> | <b>57</b>  | <b>1,58</b>            | <b>57</b>  |
| Контактная самостоятельная работа              | 1,58        | 0,4        | 1,58                   | 0,4        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |             | 56,6       |                        | 56,6       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |             |            | <b>Зачет с оценкой</b> |            |

| Вид учебной работы                             | Всего       |           | Семестр                |           |
|--|-------------|-----------|------------------------|-----------|
|  |             |           | 2                      |           |
|  | ЗЕ          | Астр. ч.  | ЗЕ                     | Астр. ч.  |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>3</b>    | <b>81</b> | <b>3</b>               | <b>81</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1,42</b> | <b>38</b> | <b>1,42</b>            | <b>38</b> |
| Лекции   | 0,45        | 12        | 0,45                   | 12        |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,97        | 26        | 0,97                   | 26        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,58</b> | <b>43</b> | <b>1,58</b>            | <b>43</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 1,58        | 0,3       | 1,58                   | 0,3       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |             | 42,7      |                        | 42,7      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |             |           | <b>Зачет с оценкой</b> |           |

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Многомасштабное компьютерное моделирование»

**1 Цель дисциплины** – обучение компьютерному моделированию сложных физико-химических систем, включающих явления гидродинамики (турбулентности), тепло- и массопереноса, в том числе – осложненных протеканием химических реакций, фазовых переходов, изучение и усвоение: 1) базовых принципов построения математических моделей сложных физико-химических систем; 2) современных методов и подходов к решению уравнений математических моделей механики сплошных сред, механики гетерогенных сред и фрактальных сред, математических моделей тепло- и массопереноса; 3) принципов и приемов многомасштабного компьютерного моделирования.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3.

*Знать:*

- методы решения уравнений в частных производных первого и второго порядка,
- основы метода конечных объемов,
- типологии расчетных сеток,
- требования, предъявляемые к построению вычислительных сеток,
- модели пристеночного моделирования,

- математическое описание пограничного слоя в безразмерных переменных,
- основное кинетическое уравнение,
- основы кинетического метода Монте-Карло,
- основы метода молекулярной динамики.

*Уметь:*

- составлять математические модели для описания явлений гидродинамики с развитой турбулентностью, тепло- и массопереноса в сложных физико-химических системах,
- составлять математические модели для описания явлений на наноуровне,
- решать дифференциальные уравнения параболического типа методом прогонки, уравнения эллиптического типа – методом установления (на основе использования метода прогонки), многомерные уравнения – методом дробных шагов;
- использовать метод конечных объемов для решения задач стационарного течения и уравнения теплопроводности,
- выполнять компьютерное моделирование сложных физико-химических систем (на макро и наноуровнях) в современных вычислительных пакетах,
- решать междисциплинарные научные задачи с использованием методов и средств вычислительной гидродинамики,
- осуществлять проверку решения по данным экспериментов и публикаций,
- выбирать корректную модель для описания турбулентности и пристеночного моделирования в зависимости от условий решаемой задачи,
- проводить моделирование химических реакций кинетическим методом Монте-Карло,
- проводить моделирование на наноуровне методами молекулярной динамики.

*Владеть:*

- средствами построения моделей методами молекулярной динамики,
- средствами построения двумерных и трехмерных геометрических моделей, конечно-объемных расчетных сеток тетраэдрического и гексаэдрического типов, проведения вычислительного эксперимента и решения стационарных и нестационарных задач гидродинамики, в том числе – с развитой турбулентностью, и сопряженных задач,
- методикой оценка качества сетки и величины  $y^+$ ,
- методикой проведения автоматизированных научных расчетов и решения задач оптимизации в технологических задачах.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Аппарат механики сплошных и гетерогенных сред для моделирования сложных физико-химических систем на макроуровне.**

1.1. Законы сохранения массы, импульса, энергии в сплошных средах. Примеры задач химической технологии с применением аппарата механики сплошных сред.

1.2. Законы сохранения массы, импульса, энергии в гетерогенных средах. Примеры задач химической технологии с применением аппарата механики гетерогенных сред.

#### **Раздел 2. Метод конечных разностей и конечных объемов для решения уравнений математических моделей сложных физико-химических систем.**

2.1. Аппроксимация, устойчивость разностных схем. Решение уравнений в частных производных параболического типа одномерных по пространству.

2.2. Решений уравнений в частных производных  $1^{\text{го}}$  порядка. Явные, неявные разностные схемы. Алгоритм параллельной реализации для решения уравнений с помощью схем «уголок», «кабаре».

2.3. Решение уравнений в частных производных, многомерных по пространству. Метод установления для решения уравнений эллиптического типа. Метод дробных шагов.

2.4. Решение уравнений с дробной производной для моделирования массопереноса в фрактальных средах.

2.5. Основы теории метода конечных объемов. Сравнение метода конечных разностей и метода конечных объемов.

2.6. Метод конечных объемов для решения уравнений математических моделей сложных физико-химических систем.

### **Раздел 3. Основы CFD-моделирования.**

3.1. Построение структурированных и неструктурированных сеток для расчетов методом конечных объемов.

3.2. Моделирование турбулентности. Границы применимости подходов. Моделирование пограничного слоя.

### **Раздел 4. Метод Монте-Карло.**

4.1. Марковские процессы. Основы теории метода Монте-Карло. Основное кинетическое уравнение. Моделирование химических реакций методом Монте-Карло.

4.2. Микроскопическая модель Лотки. Алгоритм ее решения с использованием метода Монте-Карло.

### **Раздел 5. Метод молекулярной динамики для моделирования сложных физико-химических систем на микро- и наноуровне.**

5.1. Основы теории метода молекулярной динамики. Потенциалы взаимодействия частиц в различных средах.

5.2. Прикладные пакеты для моделирования методом молекулярной динамики.

5.3. Моделирование с применением пакетов молекулярной динамики.

## **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>1,41</b>      | <b>51</b>  | <b>38,25</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>0,47</b>      | <b>17</b>  | <b>12,75</b> |
| Лекции   | 0,47             | 17         | 12,75        |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | 0,94             | 34         | 25,5         |
| в том числе в форме практической подготовки        | 0,47             | 17         | 12,75        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>2,59</b>      | <b>93</b>  | <b>69,75</b> |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       | 2,59             | 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 «Технологии работы с большими данными и машинное обучение»**

**1 Цель дисциплины** – углублении имеющихся и получении новых знаний, умений и навыков в области основ технологии обработки больших данных и машинного обучения. Их применение для разработки, проектирования и решения прикладных задач, получение навыков работы со специализированными библиотеками и комплексами программных средств в ходе создания прикладных приложений.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

- Синтаксис языка Python;
- Основные принципы и инструменты хранения данных большого объема (Big Data);
- Основные принципы и алгоритмы обработки данных большого объема (Big Data);
- Основные принципы и алгоритмы машинного обучения (Machine Learning).

*Уметь:*

- использовать программные средства для хранения данных большого объема;
- обрабатывать данные большого объема;
- применять существующие библиотеки для обработки данных;
- использовать различные библиотеки для типовых задач машинного обучения.

*Владеть:*

- навыками разработки систем для хранения и обработки данных большого объема (Big Data);
- математическими основами работы с большими данными (Big Data);
- практическими навыками использования различных алгоритмов машинного обучения;
- навыками использования библиотечных функций для решения типовых задач Big Data и Machine Learning.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### ***Раздел 1. Начальные понятия программирования на языке Python и основы обработки текстовой и числовой информации***

- Введение. Интерпретатор Python и среды разработки. Основные понятия. Анализаторы кода. Модули. Доступ к документации.
- Переменные. Базовые типы данных: числовые типы, строковый тип (str)
- Сложные типы данных: списки (Lists), кортежи (Tuples), словари (Dictionaries), множества (Sets), фиксированные множества (Frozen sets), байты (Bytes), массивы байтов (Byte Arrays).
- Инструкции и операторы. Структура кода. Операторы языка Python. Условные операторы. Циклы. Последовательности.
- Встроенные функции и элементы функционального программирования.
- Пользовательские функции. Функции высших порядков. Файлы. Обработка исключений.
- Библиотеки NumPy, SciPy, matplotlib

#### ***Раздел 2. Математический аппарат для работы с данными большого объема и машинным обучением***

- Требования, предъявляемые к математическим моделям. Этапы построения моделей. Идентификация модели. Проверка адекватности модели. Модели статистики и динамики. Построение моделей в условиях неопределенности.
- Схема проверки статистических гипотез. Понятие о законах распределения случайных величин. Критерий Фишера. Критерий Стьюдента. F-отношение. Проверка значимости параметров математической модели, проверка адекватности математической модели.
- Регрессионный анализ. Определение параметров линейного уравнения регрессии методом наименьших квадратов, с использованием статистических характеристик.
- Дисперсионный анализ. Определение наличия регрессионной зависимости с использованием F - отношения. Методы последовательного уточнения структуры регрессионного уравнения. Проверка значимости параметров. Множественный коэффициент корреляции. Понятие о частном коэффициенте корреляции.
- Понятия искусственного нейрона, нейронной сети. Структура многослойной нейронной сети. Функции активации нейрона. Основные методы обучения нейронной сети. Задачи, решаемые нейронными сетями – классификации, кластеризации,

распознавания образов, аппроксимации. Проблема устойчивости процесса обучения, проблема переобучения. Проверка обученной нейронной сети.

- Учёт погрешностей входных данных. Интервальные вычисления. Процедура фазификации. Работа с термами. Работа с нечёткими переменными. Системы обработки информации на основе нечётких моделей. Достоинства и недостатки нечётких моделей. Эволюционные алгоритмы, генетические алгоритмы. Сравнение их вычислительной сложности по сравнению с традиционными. Задачи, решаемые с помощью мягких вычислений.

### **Раздел 3. Принципы машинного обучения.**

- Обучение деревьев классификации и регрессии.
- Бустинг.
- Нейронные сети и глубокое обучение (deep learning). Типичная структура сети, целевые функции и используемые слои.

### **Раздел 4. Хранение, анализ и представление данных. Hadoop.**

- Общее представление о больших данных.
- Жизненный цикл данных.
- Обзор основных инструментов для работы с большими данными. Примеры практического использования.
- Обзор моделей данных. Обзор нереляционных БД. Транзакционные и аналитические БД.
- Распределенные базы данных, механизмы поддержания консистентности данных.
- Обзор и функциональные возможности экосистемы Hadoop и её компонентов.
- Решение задач с помощью MapReduce.
- NoSQL базы данных: HBase и Cassandra.
- Spark

## **4 Объем учебной дисциплины**

| Вид учебной работы                             | Всего       |            | Семестр     |              |             |                |
|--|-------------|------------|-------------|--------------|-------------|----------------|
|  |             |            | 1           |              | 2           |                |
|  | ЗЕ          | Акад. ч.   | ЗЕ          | Акад. ч.     | ЗЕ          | Акад. ч.       |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>8</b>    | <b>288</b> | <b>4</b>    | <b>144</b>   | <b>4</b>    | <b>144</b>     |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>2,84</b> | <b>102</b> | <b>1,42</b> | <b>51</b>    | <b>1,42</b> | <b>51</b>      |
| Лекции   | 0,94        | 34         | 0,47        | 17           | 0,47        | 17             |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 1,9         | 68         | 0,95        | 34           | 0,95        | 34             |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>4,16</b> | <b>150</b> | <b>2,58</b> | <b>93</b>    | <b>1,58</b> | <b>57</b>      |
| Контактная самостоятельная работа              |             | 0,6        |             | 0,2          |             | -              |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 5,16        | 149,4      | 2,58        | 92,8         | 1,58        | 57             |
| <b>Вид контроля:</b>                           |             |            |             |              |             |                |
| <b>Экзамен</b>                                 | <b>1</b>    | <b>36</b>  | -           | -            | <b>1</b>    | <b>36</b>      |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 1           | 35,6       | -           | -            | 1           | 35,6           |
| Подготовка к экзамену                          |             | 0,4        |             | -            |             | 0,4            |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |             |            |             | <b>Зачет</b> |             | <b>Экзамен</b> |

| Вид учебной работы                             | Всего       |              | Семестр     |              |             |              |
|--|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|  |             |              | 1           |              | 2           |              |
|  | ЗЕ          | Астр. ч.     | ЗЕ          | Астр. ч.     | ЗЕ          | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>8</b>    | <b>216</b>   | <b>4</b>    | <b>108</b>   | <b>4</b>    | <b>108</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>2,84</b> | <b>76,5</b>  | <b>1,42</b> | <b>38,25</b> | <b>1,42</b> | <b>38,25</b> |
| Лекции   | 0,94        | 25,5         | 0,47        | 12,75        | 0,47        | 12,75        |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 1,9         | 51           | 0,95        | 25,5         | 0,95        | 25,5         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>4,16</b> | <b>112,5</b> | <b>2,58</b> | <b>69,75</b> | <b>1,58</b> | <b>42,75</b> |
| Контактная самостоятельная работа              |             | 0,45         |             | 0,15         |             | 0,3          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 4,16        | 112,05       | 2,58        | 69,6         | 1,58        | 42,45        |
| <b>Вид контроля:</b>                           |             |              |             |              |             |              |
| <b>Экзамен</b>                                 | <b>1</b>    | <b>27</b>    | -           | -            | <b>1</b>    | <b>27</b>    |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 1           | 26,7         | -           | -            | 1           | 26,7         |
| Подготовка к экзамену                          |             | 0,3          |             | -            |             | 0,3          |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |             |              | Зачет       |              | Экзамен     |              |

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Виртуализация и облачные вычисления»

**1 Цель дисциплины** – изучить методы проектирования облачных сервисов, принципы организации информационных систем на основе облачных технологий и специализированных программно-технических средств в масштабах организации.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

- современные средства виртуализации;
- теоретические основы и технологии облачных вычислений, систем, основанных на облачных технологиях.

*Уметь:*

- создавать, управлять виртуальными машинами. Управлять доступом и обеспечивать высокую доступность к ним;
- адаптировать прикладные задачи для решения с использованием облачных вычислений;
- разворачивать и настраивать открытые облачные системы;

*Владеть:*

- подходами и инструментальными средствами решения задач виртуализации и облачных технологий и вычислений.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

Введение.

Цели и задачи дисциплины. Структура излагаемого материала. Основные понятия, определения, терминология.

#### ***Раздел 1. Обзор технологий виртуализации.***

Основы и общие сведения о виртуализации. Концепции виртуализации ИТ-инфраструктуры. Преимущества и недостатки виртуализации. Типы виртуализации. Сценарии применения решений виртуализации.

Облачная инфраструктура. Что и когда нужно переводить в облака. Сценарии использования облака. Стратегия развертывания облака. Облачные вычисления.

Обзор специализированных программно-технических средств, используемых при виртуализации. Основные компоненты наиболее популярных программных решений.

### ***Раздел 2. Управление гипервизором.***

Термины и понятие, связанные с гипервизорами. Виды гипервизоров. Обзор архитектуры и основных компонентов гипервизора. Основные функциональные возможности, которые реализует гипервизор.

Установка гипервизора и последующая его настройка под определенные цели и задачи. Распространенные проблемы при установке.

### ***Раздел 3. Настройка и управление виртуальными сетями.***

Обзор виртуальных коммутаторов. Способы практического применения виртуальных коммутаторов. Требования к аппаратному и программному обеспечению.

Создание, настройка и управление стандартным виртуальным коммутатором. Настройка политик стандартного виртуального коммутатора: сетевые политики, политики безопасности, политики контроля трафика. Балансировка нагрузки сетевых адаптеров.

### ***Раздел 4. Настройка и управление системами хранения данных.***

Обзор систем хранения данных. Элементы, характерные для систем хранения данных: функциональность хранилищ, протоколы, топологии подключения хранилищ к серверам.

Настройка гипервизора для работы с хранилищами. Создание и управление хранилищами данных. Введение в виртуальные тома.

### ***Раздел 5. Создание, управление виртуальными машинами.***

Введение в виртуальные машины. Файлы виртуальных машин. Оборудование виртуальных машин.

Создание виртуальных машин при помощи мастера. Создание шаблонов и клонирование виртуальных машин. Изменение параметров виртуальных машин. Создание снимков виртуальных машин и управление ими. Управление существующими виртуальными машинами. Аутентификация и контроль доступа.

Управление ресурсами и мониторинг: понятия виртуального процессора и виртуальной памяти и способы оптимизации их использования, способы перераспределения памяти между виртуальными машинами, настройка пулов ресурсов и управление ими.

Масштабируемость. Понятие кластера. Требования для создания кластера. Создание, настройка и мониторинг состояния кластера.

## **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> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>0,47</b>            | <b>17</b>  | <b>12,75</b> |
| Лекции   | 0,47                   | 17         | 12,75        |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | 0,95                   | 34         | 25,5         |
| в том числе в форме практической подготовки        | 0,47                   | 17         | 12,75        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>3,58</b>            | <b>129</b> | <b>96,75</b> |
| Контактная самостоятельная работа                  | 3,58                   | 0,4        | 0,3          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |                        | 128,6      | 96,45        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     | <b>Зачет с оценкой</b> |            |              |

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Современные системы проектирования в химических производствах»**

**1 Цель дисциплины** – формирование профессиональных компетенций, а также формирование студентами навыков практической разработки, визуализации и применения моделей, методов и средств автоматизации проектирования технологических процессов и технических объектов с помощью пакетов проектирования Autodesk Inventor, SolidWorks.

### **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-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3*

*Знать:*

- современные пакеты прикладного программного обеспечения автоматизированного проектирования;
- возможности современных программных комплексов систем автоматизированного проектирования;
- основные типы данных, методы и интерфейсы, используемые для создания, отображения или модификации геометрических моделей;
- средства хранения и визуализации геометрической информации.

*Уметь:*

- применять на практике современные пакеты прикладного программного обеспечения автоматизированного проектирования;
- уверенно работать с пользовательским интерфейсом, настройками программ САПР;
- составлять документацию на основе цифровых прототипов, создавать чертежи и спецификации согласно ГОСТ;
- проводить инженерные расчёты средствами SolidWorks;
- печатать на 3D принтере.

*Владеть:*

- основными функциями и параметрами систем Autodesk Inventor, SolidWorks;
- методами создания объектов машиностроительного проектирования;
- методами адаптивного и параметрического моделирования;
- навыками для работы со сборочными единицами.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### *Раздел 1. Машиностроительное 3D - проектирование в среде Autodesk Inventor*

1.1 Интерфейс программного пакета Autodesk Inventor. Создание пользовательских настроек и шаблонов. Режимы работы в программе Autodesk Inventor.

Начало работы с программой. Элементы интерфейса программы Autodesk Inventor. Принципы работы с ленточным и классическим пользовательским интерфейсом. Рабочая область программы. Управление видами модели в рабочей области. Структура дерева истории построения модели. Принципы работы с деревом. Настройка видимости объектов. Типы документов программы Autodesk Inventor. Основные приемы создания модели в Autodesk Inventor. Принципы создания 3d моделей.

1.2 Создание элементов деталей в трехмерной системе координат.

Режимы работы в программе Autodesk Inventor. Команды для построения объектов в режиме редактирования эскизов. Построение и редактирование эскизов. Плоскости построения эскизов.

Методы создания элементов деталей: метод выдавливание, метод поворота, метод сдвига, метод по сечениям. Требования к эскизу. Граничные условия. Наборы параметров. Создание тонкостенных элементов.

Использование «рабочих» элементов. Назначение (справочной) рабочей геометрии. Создание и редактирование рабочих плоскостей, осей и точек.

Ассоциативность элементов с эскизами, на основании которых они были созданы.

Создание наложенных элементов. Элемент отверстие. Свойства элемента. Типы отверстий. Граничные условия. Набор параметров элемента отверстие. Элементы скругление и фаска. Типы скруглений. Наборы параметров для элемента скругления. Скругление с постоянным радиусом. Скругление с переменным радиусом. Настройка уменьшенного скругления. Скругление граней. Полное скругление.

Создание сложных элементов. Элемент оболочка. Свойства элемента. Правила использования. Зависимость результата от положения в дереве. Элемент уклон. Уклон от нейтральной поверхности. Уклон от линии разъёма. Элемент массив. Прямоугольный массив. Круговой массив. Зеркальное отображение элементов. Элемент перенос. Требования к эскизам. Правила использования. Элемент разделение грани. Использование элемента разделение грани в инструменте уклон.

### 1.3. Создание сборочных деталей

Создание документа Сборки. Основные настройки. Создание и редактирование шаблонов сборок. Дерево сборки. Принципы работы с деревом (браузером) сборки. Размещение компонентов в сборке. Правила размещения компонентов в сборке. Создание и редактирование компонентов в контексте сборки. Наложение и редактирование пространственных зависимостей. Анализ пересечений компонентов. Создание видов с разрезами в контексте сборки. Настройки спецификаций для сборок. Виды. Позиции. Уровни детализации в сборках. Элементы браузера.

### 1.4 Адаптивное и параметрическое моделирование

Основные принципы параметрического проектирования. Типы взаимосвязей между различными объектами. Составные части параметрической модели. Основы редактирования параметрических моделей в Autodesk Inventor

Основные понятия адаптивного моделирования. Создание адаптивных деталей по ссылочной геометрии. Назначение свойств адаптивности элементам с геометрическими зависимостями. Адаптивные сборки

Уравнения и параметры в параметрическом моделировании. Использование уравнений в среде детали. Использование уравнений в среде сборки. Использование Microsoft Excel в работе с параметрами. Совместное использование параметров. Создание параметрических рядов деталей – iPart. Создание параметрических рядов сборок – iAssembly. Размещение параметрических рядов в сборках. Создание конфигураций

### 1.5 Работа с чертежами.

Создание документа чертёж. Создание и редактирование шаблона документа чертёж. Настройки чертежей. Редактирование рамки, редактирование штампа. Заполнение штампа при помощи свойств документа. Создание связей со свойствами. Создание и редактирование видов и разрезов. Простановка размеров и внесение примечаний. Импорт размеров и примечаний из моделей. Создание и редактирование чертежей деталей. Создание сборочных чертежей. Работа с таблицами. Типы таблиц, способы заполнения таблиц. Создание спецификаций в сборочных чертежах. Вывод чертежей на печать

## *Раздел 2. Проектирование в системе SolidWorks*

2.1 Знакомство с интерфейсом пользователя программы SolidWorks. Настройка панелей инструментов. Создание эскизов.

Меню программы SolidWorks. Настройка панелей инструментов программы. Дерево истории создания модели. Рабочая область программы. Настройка менеджера команд и панели видов программы SolidWorks. Управление видами в программе SolidWorks. Создание горячих клавиш.

Режим редактирования эскиза. Способы включения режима редактирования эскизов, способы завершения режима редактирования эскизов. Панель инструментов эскиза. Наложение зависимостей в эскизе. Наложение зависимостей размерами в эскизе. Виды зависимостей между различными элементами эскиза. Зеркальное отображение, массивы, поворот-перенос элементов эскиза.

## 2.2 Создание твёрдотельных деталей в программе SolidWorks

Создание справочной геометрии: точек, осей, плоскостей, систем координат. Управление видимостью примечаний и справочной геометрии. Отображение примечаний. Настройка отображения справочных элементов.

Использование эскиза для создания твёрдых тел. Требования к эскизу. Панели инструментов: «Элементы – Вытянутая/Повёрнутая бобышка, основание», «Элементы – Вытянуть по траектории», «Элементы - Вытянуть по сечениям», «Элементы – Оболочка», «Элементы – Ребро». Граничные условия, настройки, свойства инструментов.

Создание отверстий под крепёж, вырезов, фасок и скруглений. Инструмент создания отверстий под крепёж. Панели инструментов: «Элементы - Вытянутый/Повёрнутый вырез», «Элементы - Вырез по траектории», «Элементы - Вырез по сечениям», «Элементы – Фаска», «Элементы – Скругление». Свойства инструментов, граничные условия.

Инструменты: «Линейный массив», «Круговой массив». Зеркальное отображение элементов.

Создание различных машиностроительных элементов. Оптимизация создания машиностроительных элементов.

Создание сборочных единиц. Моделирование снизу вверх. Вставка готовых деталей в сборку. Перемещение и вращение незафиксированных деталей сборки. Способы создания фиксации и сопряжений. Стандартные сопряжения.

## 2.3 Проектирование деталей сложных пространственных форм

Способы создания многотельного объекта: добавления тела, удаление тела, пересечения тел, комбинированные способы

Проектирование деталей сложных пространственных форм. Создание трехмерного эскиза. Создание кривых: «Объединенная», «По точкам XYZ», «По справочным точкам», «Спроецированная», «Геликоид» и «Спираль», «Линия разъема». Создание элементов методами «по сечениям», «по траектории». Создание скруглений переменного радиуса, скруглений граней. Создание сложных пространственных элементов: «Купол», «Деформация», «Гибкие».

Инструменты анализа и диагностики геометрии: «Датчик», «Проверить», «проверка геометрии», «статистика элемента», «анализ уклона», «анализ кривизны», «анализ отклонения», «черно-белые полосы».

## 2.4 Оформление конструкторской документации по ЕСКД в системе SolidWorks.

Создание видов в документе чертежа: основных, проекционных, дополнительных, местных видов. Создание разрезов/выровненных разрезов. Создание линии разрыва.

Автоматическое нанесение размеров. Настройка отображения выносных и размерных линий, стрелок размеров. Настройка отображения текста размера.

Создание примечаний в чертеже. Панель инструментов примечаний. Создание и редактирование заметок. Создание связанных заметок. Массивы заметок. Обозначение шероховатости поверхности. Обозначение сварного шва. Условное обозначение отверстия. Создание других примечаний.

Создание и редактирование таблиц в чертежах. Размещение таблиц параметров(исполнений). Настройка таблиц параметров. Создание таблиц спецификаций.

Настройки документа. Создание и редактирование основной надписи. Создание шаблонов SolidWorks. Настройки документа чертежа. Способы вывода на печать чертежа.

## *Раздел 3. Инженерные расчеты в Solidworks Simulation*

### 3.1 Введение в систему SolidWorks Simulation

Назначение пакета и его возможности. Задание материалов. Задание нагрузки и ограничений. Создание начальной сетки и её настройки.

3.2 Решение задач механики. Проведение расчетов конструкций на прочность, усталость, устойчивость, термоупругость.

Прочностной анализ детали методом конечных элементов. Исходные данные для анализа. Выполнение расчёта. Анализ и оптимизация полученных результатов.

Построение диаграммы свинчивания резьбовых соединений труб. Расчет контактных напряжений, крутящего момента. Исследование отклика соединения на изменение крутящего момента.

Прочностной расчет сосудов давления. Расчет нагрузок, напряжений и деформаций.

Расчет конструкций. Малые и большие перемещения. Неравномерная нагрузка. Анализ собственных частот. Тепловой и термоупругий анализы. Тест на падение конструкции. Расчёт на усталость. Оптимизация конструкции. Просмотр результатов.

Расчет тонкостенной стойки. Получение эпюр потери устойчивости.

3.3 Решение задач теплопередачи, аэро- и гидродинамики

Назначение пакета SolidWorks Flow Simulation и его возможности. Внутренние и внешние задачи. Создание проекта.

Задание начальных и граничных условий расчёта. Входные параметры – скорость, число Маха, давление (статическое, полное, окружающей среды), массовый и объемный расходы, температура, концентрация компонентов, параметры турбулентности, расходно-напорные характеристики виртуальных вентиляторов. Задание различных типов стенок, включая шероховатые и подвижные. Определение источников тепла (объемных и поверхностных), виртуальных тепловентиляторов.

Настройка расчётной сетки. Генерация расчетной сетки непосредственно по модели SolidWorks. Автоматическое создание расчетной области и генерация сетки в твердых телах и в текучей среде. Автоматическая адаптация сетки в зависимости от геометрических характеристик модели и поля решения.

Решение задач: расчет ламинарных и турбулентных течений: расчет одно- и многокомпонентного течения жидкости или газа без химического взаимодействия и разделения фаз в трубопроводах. Совместный расчет течения жидкости или газа и теплопередачи внутри твердых тел и текучей среды без наличия границы раздела газ-жидкость. Расчет течения в пористых средах с учетом теплопроводности среды и теплоотдачи в нее. Расчет траекторий и температур твердых частиц или капель в потоке.

Определение гидравлических потерь, определение коэффициентов сопротивления объектов.

Расчет конвективного теплообмена; свободной, вынужденной или смешанной конвекции. Определение коэффициентов теплообмена.

Способы отображения результатов, в том числе анимация нестационарных результатов.

#### *Раздел 4. Печать на 3D принтере*

4.1 Основы печати. Требования к моделям. Печать 3D модели

Основы 3D-печати. Технологии 3D-печати: лазерная (стереолитография, сплавление, ламинирование), струйная (застывание, склеивание, спекание). Материалы для 3D-печати. Виды 3D-принтеров. Технология быстрого прототипирования Replicating Rapid Prototyper (RepRap). Область применения 3D-печати.

Вывод на печать 3D-модели. Конвертация файлов в формат хранения трехмерных моделей STL (stereolithography). Формирование программы для печати в виде G-кода (на языке программирования устройств с числовым программным управлением). Выбор положения модели. Подготовка принтера (выбор пластика, подогрев стола, сопла). Печать при помощи 3D принтера.

#### 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>135</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>1,9</b>             | <b>68</b>  | <b>51</b>    |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>0,47</b>            | <b>17</b>  | <b>12,75</b> |
| Лекции   | 0,47                   | 17         | 12,75        |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 0,47                   | 17         | 12,75        |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | 0,96                   | 34         | 25,5         |
| в том числе в форме практической подготовки        | 0,47                   | 17         | 12,75        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>2,1</b>             | <b>76</b>  | <b>57</b>    |
| Контактная самостоятельная работа                  | 2,1                    | 0,4        | 0,15         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |                        | 75,6       | 56,85        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     | <b>Зачет с оценкой</b> |            |              |

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Разработка цифровых двойников»

**1 Цель дисциплины** – усвоение основных понятий и принципов построения и использования цифровых двойников, овладение инструментальными средствами разработки цифровых двойников.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

- терминологию и руководящие документы в области цифровых двойников изделий и производств;

- состав, структуру, принципы реализации и функционирования информационных технологий, используемых при создании цифровых двойников, инструментальные средства цифровых двойников;

- архитектуру современных моделирующих программ;

- основы моделирования химико-технологических процессов и систем;

- основные этапы компьютерного моделирования и проектирования ХТС в современных ПМП.

*Уметь:*

- устанавливать, тестировать и использовать программные компоненты информационных систем;

- создавать и отлаживать сценарии исследования систем;

- работать с журналами;

- осуществлять мониторинг и анализ работы смоделированных ХТС в статическом и динамическом режимах;

- управлять работой смоделированных химико-технологических процессов (ХТП) и ХТС в статическом и динамическом режимах;

- проводить предпроектные и проектные расчёты ХТС;

- настраивать процесс загрузки информации в систему;

- настраивать и поддерживать работоспособность смоделированных систем;

- находить информацию в документации современных моделирующих программ.

*Владеть:*

- инструментальными средствами обработки информации;
- современными пакетами моделирующих программ;
- средствами анализа и управления ХТС;
- графическими средами;
- редактором соответствующих программных приложений.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### ***Раздел 1. Модели в цифровых двойниках***

##### ***1.1. Определения и классификация цифровых двойников. Понятие цифрового двойника.***

Исторические предпосылки возникновения цифровых двойников, их классификация. Функции цифровых двойников. Особенности создания и использования компьютерных моделей, используемых в цифровых двойниках. Цифровые двойники изделий. Цифровые двойники производств. Примеры цифровых двойников в различных областях науки и техники.

##### ***1.2. Цифровые двойники химических производств.***

Построение компьютерных моделей технологических аппаратов и протекающих в них процессов в динамических режимах. Особенности структурной и параметрической идентификации. Пакеты моделирующих программ. Принципы компьютерного моделирования химико-технологических процессов. Построение моделей. Идентификация математического описания и оптимизация химико-технологических процессов. Пакеты моделирующих программ. Инженерные программные продукты AspenTech. Знакомство с программным комплексом АО «Хоневелл» UNISIM DESIGN.

Основы работы в пакете UNISIM DESIGN. Схемная архитектура. Термодинамические расчёты. Этапы компьютерного моделирования ХТС: последовательность формирования задания и его расчёт, выбор химических компонентов, гипотетические компоненты, задание пакета свойств, термодинамического пакета, выбор единиц измерения, задание потоков и отдельных химико-технологических операций. Потоки (материальные и энергетические), различные способы их задания. Компоненты, способы их задания, формирование списка компонентов.

#### ***Раздел 2. Взаимодействие с реальным объектом.***

##### ***2.1. Сбор и анализ данных.***

Датчики, линии связи, блоки ввода-вывода как информационные агенты. SCADA системы. Используемые информационные сигналы и их преобразование. Временные задержки, возникающие при опросе датчиков при передаче и преобразовании информации.

##### ***2.2. Модульная структура цифрового двойника.***

Компоненты цифрового двойника – модель, блок идентификации, блок оптимизации, блок представления данных оператору, сервер архивной информации, блок вывода данных.

##### ***2.3. Связь между компонентами цифрового двойника.***

Проблемы синхронизации данных между модулями. Использование микромодульной архитектуры и линкера.

#### ***Раздел 3. Примеры цифровых двойников.***

##### ***3.1. Цифровой двойник производства аммиачной селитры.***

Исходные данные. Построение модели. Особенности интеграции с реальным производством. Критерии оптимизации модели, критерии оптимизации производства.

##### ***3.2. Цифровой двойник производства метанола.***

Исходные данные. Построение модели. Особенности интеграции с реальным производством. Критерии оптимизации модели, критерии оптимизации производства.

#### 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>1,88</b>      | <b>68</b>  | <b>51</b>    |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>0,47</b>      | <b>17</b>  | <b>12,75</b> |
| Лекции   | 0,47             | 34         | 25,5         |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | 0,94             | 34         | 25,5         |
| в том числе в форме практической подготовки        | 0,47             | 17         | 12,75        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>2,12</b>      | <b>76</b>  | <b>57</b>    |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       | 2,12             | 76         | 57           |
| <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 «Математические методы в технологии блокчейнов»

**1 Цель дисциплины** – углубление имеющихся и получение новых знаний, умений и навыков в области основ технологии блокчейнов (распределенного реестра) и применения для разработки, проектирования и решения прикладных задач на основе этой технологии, а также для разработки специализированного программно-алгоритмического обеспечения – децентрализованных приложений.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3.*

*Знать:*

- математические концепции и структуры, лежащие в основе технологии блокчейн;
- основы построения технологии блокчейн и особенности ее использования в настоящее время в различных информационных и программных системах.

*Уметь:*

- использовать математические структуры, лежащие в основе технологии блокчейн;
- применять технологию блокчейн при создании различных информационных и программных систем.

*Владеть:*

- основными приемами работы с математическими структурами, лежащими в основе технологии блокчейн;
- основными приемами программирования различных систем с использованием технологии блокчейн;
- приемами разработки и проектирования различных информационных и программных систем с использованием технологии блокчейн.

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

Введение

Цели и задачи курса. Структура излагаемого материала. Основные понятия, определения, терминология.

**Раздел 1. Технология блокчейн, история возникновения, основные принципы построения и области применения.**

История и предпосылки развития технологии блокчейн, ее место в современной цифровой экономике. Основные принципы построения технологии блокчейн. Области применения этой технологии. Основные компьютерные и программные структуры, лежащие в основе технологии блокчейн. Права владения и их фиксация, как задача, на решение которой направлена технология блокчейн.

**Раздел 2. Проектирование и разработка систем на основе технологии блокчейн.**

План проектирования и разработки систем на основе технологии блокчейн. Основные задачи, решаемые при их проектировании и разработке:

- описание прав владения;
- защита прав владения;
- хранение данных транзакций;
- подготовка реестров к распространению в ненадежной среде;
- распространение реестров;
- добавление новых транзакций в реестры;
- определение, в каких реестрах представлены правильные данные.

Общая схема работы и обобщенный алгоритм работы технологии блокчейнов.

**Раздел 3. Математические структуры, лежащие в основе технологии блокчейн, и их использование.**

Хэш-функция, ее определение и свойства. Примеры. Криптографические хэш-функции, односторонние функции и устойчивость к коллизиям. Соотношения между классами функций. Примеры использования и построения самих функций. Поиск коллизий и оценки трудоемкости их построений. Примеры алгоритмов построения хэш-функций.

Концепция дерева Merkle и эффективность его использования.

Используемые алгебраические структуры:

- группы, определение, примеры, коммутативные группы, группа вычетов по модулю  $n$ , гомоморфизмы групп, отношение эквивалентности, фактор группа;
- кольца, определение, примеры, коммутативные кольца, кольцо вычетов по модулю идеала, гомоморфизм колец, фактор кольцо;
- поля, определение, примеры, гомоморфизмы полей, конечные поля, расширения полей, простые поля, алгебраические элементы поля;
- многочлены, понятие делимости для кольца многочленов, нормированные многочлены, наибольший общий делитель и наименьшее общее кратное в кольце многочленов;
- эллиптические кривые, определение, основные свойства, сложение точек эллиптической кривой, групповое свойство точек эллиптической кривой, эллиптические кривые над конечным полем.

Криптография на эллиптических кривых. Кривая SECP256k1. Приватные и публичные ключи и их создание. Алгоритм цифровой подписи и проверка подписи публичным ключом.

**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            | 2,58         | 0,2       | 0,15         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |              | 92,8      | 69,6         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>               | <b>Зачет</b> |           |              |

### Аннотация к модулю «Системы искусственного интеллекта»

**1 Цель модуля** – освоение первичных профессиональных умений и навыков в области прикладных систем искусственного интеллекта.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: *ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3.*

*Знать:*

- место и роль общих вопросов науки в научных исследований;
- современные проблемы математики, физики и экономики;
- теоретические модели рассуждений, поведения, обучения в когнитивных науках;
- постановку проблем математического и информационного моделирования сложных систем;
- взаимосвязь и фундаментальное единство естественных наук.

*Уметь:*

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представлять панораму универсальных методов и законом современного естествознания;
- работать на современной электронно-вычислительной технике;
- абстрагироваться от несущественных факторов при моделировании реальных природных и общественных явлений;
- планировать процесс моделирования и вычислительного эксперимента.

*Владеть:*

- методами постановки задач и обработки результатов компьютерного моделирования;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современной вычислительной технике.

**3 Краткое содержание модуля**

**Раздел 1. Основные этапы и направления исследований в области систем искусственного интеллекта.**

Этапы развития систем искусственного интеллекта (СИИ). Основные направления развития исследований в области систем искусственного интеллекта. Нейробионический подход. Системы, основанные на знаниях. Извлечение знаний. Интеграция знаний. Базы знаний. Структура систем искусственного интеллекта. Архитектура СИИ. Методология построения СИИ. Экспертные системы (ЭС) как вид СИИ. Общая структура и схема функционирования ЭС. Представление знаний СИИ. Модели представления знаний. Представление знаний с помощью системы продукций. Суб-технологии искусственного интеллекта. Стандарт для решения задач анализа данных. Роли участников в проектах по анализу данных. Внедрение систем машинного обучения в химической отрасли: ключевые примеры использования ИИ в химической отрасли (кейсы).

**Раздел 2. Интеллектуальные системы.**

Состав знаний и способы их представления. Управляющий механизм. Объяснительные способности. Нейроподобные структуры. Системы типа перцептронов. Нейрокомпьютеры и их программное обеспечение. Системы когнитивной графики. Интеллектуальный интерфейс: лингвистический процессор, анализ и синтез речи.

### **Раздел 3. Программные комплексы решения интеллектуальных задач.**

Системы продукций. Управление выводом в продукционной системе. Представление знания с помощью логики предикатов. Логические модели. Логика предикатов как форма представление знаний. Синтаксис и семантика логики предикатов. Технологии манипулирования знаниями СИИ. Программные комплексы решения интеллектуальных задач. Естественно-языковые программы. Представление знаний фреймами и вывод на фреймах. Теория фреймов. Модели представления знаний фреймами.

### **Раздел 4. Основные положения нечеткой логики.**

Представление знаний и вывод в моделях нечеткой логики. Алгоритмы Мамдани, Суджено, Цукамото, Ларсена. Программные комплексы. Основы программирования для задач анализа данных. Изучение отдельных направлений анализа данных. Задача классификации. Ансамбли моделей машинного обучения для задачи классификации. Нейронные сети. Глубокие нейронные сети (компьютерное зрение, разбор естественного языка, анализ табличных данных). Кластеризация и другие задачи обучения. Задачи работы с последовательным данным, обработка естественного языка. Рекомендательные системы. Определение важности признаков и снижение размерности.

### **Раздел 5. Онтологии и онтологические системы.**

Системы и средства представления онтологический знаний. Онтологии как аппарат моделирования системы знаний. Методы представления онтологий.

## **4 Объем учебной дисциплины**

| Вид учебной работы  | Объем дисциплины |            |              |
|---|------------------|------------|--------------|
|   | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость модуля</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> |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>  | <i>1</i>         | <i>36</i>  | <i>27</i>    |
| Лекции  | 0,94             | 34         | 25,5         |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>  | <i>0,53</i>      | <i>17</i>  | <i>14,25</i> |
| Лабораторные работы (ЛР)  | 0,47             | 17         | 12,75        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>  | <i>0,47</i>      | <i>17</i>  | <i>12,75</i> |
| <b>Самостоятельная работа</b>   | <b>1,58</b>      | <b>93</b>  | <b>69,75</b> |
| Контактная самостоятельная работа   |                  | 0,2        | 0,15         |
| Самостоятельное изучение разделов модуля, в том числе проработка учебного материала лекций, подготовка к лабораторным работам, практике, подготовка к текущему контролю, другие виды самостоятельной работы | 1,58             | 92,8       | 69,6         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>  | <b>Зачет</b>     |            |              |

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Системы поддержки принятия решений»**

**1 Цель дисциплины** – приобретения магистрантами новых, углублении имеющихся знаний, умений, владений и в формировании компетенций в области теории принятия оптимальных решений в экономике и исследовании операций, компьютерных вычислительных методов и алгоритмов; понимания концепции и перспективных

направлений, представлений о современных подходах к оценке оптимальных решений многомерных задач с помощью методов математического программирования, принципов и алгоритмов теории принятия оптимальных решений в экономике.

**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:*

- объекты, предметы, цели, задачи; направления, основные понятия, математический аппарат, модели, методы, этапы процесса принятия решения и основы методологии теории принятия оптимальных решений в экономике, в том числе в условиях неопределенности, сложной и противоречивой информации, в условиях риска или конфликта;

- основные особенности математических моделей и методов современной теории принятия решений;

- тенденции и перспективы развития современных принципов математических методов принятия оптимальных решений в экономике.

*Уметь:*

- формулировать постановку задачи выбора оптимального принятия наиболее рационального решения в терминах математического программирования, экономико-математических методов и теории принятия решений, пользоваться современной специальной литературой;

- выбирать эффективные модели и методы для решения прикладных задач;

- обоснованно применять изученные методы теории принятия оптимальных решений при решении практических задач с использованием комплексной методики экономико-математических методов и теории принятия оптимальных решений.

*Владеть:*

- математическим аппаратом для решения задач многомерной оптимизации в области принятия решений;

- навыками постановки задачи, алгоритмизации и программирования при решении задач с использованием экономико-математических методов, методов математического программирования и алгоритмов теории принятия оптимальных решений.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### ***Введение***

Цели и задачи курса. Структура излагаемого материала. Понятие предмета исследований. История развития научной теории исследования операций и теории принятия решений.

#### ***Раздел 1. Введение в теорию принятия решений***

Современный этап развития теорий принятия решений и исследования операций. Системный подход при принятии решений. Современные методы принятия решений. Проблема горизонта планирования.

Междисциплинарный характер теории принятия решений и исследования операций.

Основные характеристики и понятия теории принятия решений. Задачи выбора и принятия оптимального решения. Принцип оптимальности. Альтернативы. Критерии. Шкалы оценок по критериям.

Роли людей в процессе принятия решений.

Классификация задач принятия решений. Классификация методов принятия решений. Принятие решений в условиях определенности и неопределенности. Решение, определенность, риск, неопределенность. Оценка многокритериальных альтернатив.

Классификация задач и характерные черты принятия решений в условиях определенности и неопределенности.

Постановка задач для принятия оптимальных решений. Процесс принятия решений. Типовые задачи принятия решений. Языки описания выбора.

Концепция компьютерной поддержки принятия решений. Человеко-машинные процедуры. Современные направления развития человеко-машинных систем выбора.

Основные понятия и особенности исследования операций и теории принятия решений. Этапы операционного проекта. Критерий оптимальности при исследовании операций (ИО). Виды математических моделей ИО. Классы типичных задач ИО.

Экономико-математические модели задач линейного программирования. Математические модели типичных задач исследования операций.

## ***Раздел 2. Классическая теория оптимизации - теоретическая основа детерминированных методов принятия оптимальных решений***

### *2.1. Модели и методы поиска локально-оптимальных решений при одном критерии*

Общая постановка задачи математического программирования решения экономико-математических задач выбора. Общие принципы построения методов локальной оптимизации. Структура методов поиска локального минимума функций. Классификация методов локального поиска.

### *2.2. Классические детерминированные методы математического программирования многомерной локальной оптимизации*

Основные понятия, положения, определения и терминология. Характеристика детерминированных прямых методов поиска, преимущества и недостатки. Особенности реальных экономических задач. Области применения и общая характеристика задач многомерной локальной оптимизации.

### *2.3. Модели линейного программирования*

Общая задача линейного программирования (ЛП). Основные понятия, положения, определения и терминология. Формулировка основной задачи линейного программирования. Примеры задач линейного программирования. Формы записи задач линейного программирования и способы приведения к ним. Каноническая форма задач ЛП. Стандартная форма задачи ЛП. Геометрическое представление задачи линейного программирования. Свойства задач ЛП. Выделение вершин допустимого множества. Методы решения задач ЛП.

Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Характеристика метода. Определение первоначального допустимого базисного решения. Признак оптимальности. Переход от одного базисного решения к другому. Признак оптимальности. Основные этапы и алгоритм симплекс-метода. Симплексные таблицы.

Двойственность задач ЛП. Экономическая интерпретация двойственной задачи об использовании ресурсов. Теоремы двойственности. Соотношение между оптимальными решениями прямой и двойственной задачи. Экономическая интерпретация двойственности. Двойственный симплекс-метод.

### *2.4. Транспортные задачи*

Методы решения транспортных задач (ТЗ). Постановка задачи и стратегия решения ТЗ. Методы нахождения начального опорного плана перевозок. Итерационный алгоритм решения ТЗ. Методы потенциалов, северо-западного угла, минимальной стоимости, метод Фогеля. Транспортная задача с промежуточными пунктами.

### *2.5. Задачи целочисленного линейного программирования*

Методы решения задач целочисленного линейного целочисленного программирования (ЗЦЛП). Примеры целочисленных экономических задач. Постановка задачи ЗЦЛП. Методы решения: метод Гомори, метод ветвей и границ.

## *2.6. Модели нелинейного программирования*

Постановка задач нелинейного программирования. Экстремальные задачи без ограничений. Необходимые и достаточные условия существования экстремума.

Задачи на экстремум при наличии ограничений. Ограничения в виде равенств. Необходимые и достаточные условия существования условного экстремума. Теория множителей Лагранжа и ее приложение. Задача Лагранжа.

Характеристика задач. Экономическая и геометрическая интерпретация нелинейного программирования.

Эффективные алгоритмы одномерного поиска. Квадратичное программирование.

Многомерный поиск безусловного минимума. Методы "спуска". Методы нулевого, первого и второго порядка. Методы случайного поиска многомерного экстремума.

Условный экстремум. Принципы построения численных методов поиска условного экстремума. Основные численные методы поиска многомерного локального экстремума при наличии ограничений.

## *2.7. Детерминированная модель динамического программирования (ДП)*

Постановка задачи ДП. Основные понятия. Рекуррентная природа вычислений в ДП. Математическое описание, функциональное уравнение Беллмана. Общая процедура и алгоритм решения методом динамического программирования. Экономические задачи, решаемые методом ДП.

## ***Раздел 3. Основные математические методы принятия решений в условиях определенности и неопределенности. Многокритериальная оптимизация***

### *3.1. Многокритериальные задачи принятия оптимальных решений*

Многокритериальные задачи. Примеры многокритериальности в экономике. Общие сведения о многокритериальных задачах оптимизации. Постановка задачи многокритериальной (векторной) оптимизации. Локальные (частные) критерии. Область работоспособности. Критериальное пространство. Проблемы решения задач многокритериальной оптимизации. Несравнимость решений. Нормализация критериев. Учёт приоритета критериев. Основные направления методов решения задач векторной оптимизации.

Построение множества Парето. Множество Эджворта-Парето. Оптимальность и отношение доминирования по Парето. Решения доминируемые и недоминируемые. Область согласия. Компромиссная кривая (фронт Парето).

Методы сужения парето-оптимальных решений. Методы замены векторного критерия скалярным критерием. Формальное определение обобщённого критерия. Парные сравнения альтернатив по каждому из критериев. Ранжирование частных критериев. Выбор наиболее предпочтительной альтернативы. Шкалы измерения предпочтений решений. Проблемы и сложности построения обобщённого критерия для векторных задач оптимизации. Аддитивный и мультипликативный критерии оптимальности. Максиминная свертка.

Метод взвешенной суммы частных критериев. Метод "идеальной" точки.

Методы последовательной оптимизации. Метод последовательных уступок. Лексикографический критерий. Метод главного критерия. Метод равенства частных критериев.

Методы оценки и сравнения многокритериальных альтернатив в условиях определенности. Многокритериальная теория полезности (MAUT). Методы ELECTRE ранжирования многокритериальных альтернатив. Основные этапы в методах ELECTRE.

Шкала измерения предпочтений решений Саати. Подход аналитической иерархии. Основные этапы подхода. Иерархии и приоритеты. Метод анализа иерархий (МАИ). Построение иерархии "цель – критерии - альтернативы". Согласованность иерархии.

3.2. *Основные математические методы в условиях неопределенности, риска, конфликта*

Принятие решений в условиях неопределенности. Характеристика видов неопределенности. Принципы оптимальности, модели, правила и методы принятия оптимальных решений в условиях неопределенности информации. Критерий Лапласа, критерий Сэвиджа, критерий Гурвица, минимаксный критерий. Понятие о решении в условиях риска.

3.3. *Элементы теории игр. Игровые методы в теории принятия решений*

Постановка задачи, основные понятия, определения теории игр, классификация игровых задач, основные методы. Платежная матрица. Нижняя и верхняя цена игры. Оптимальное решение игры двух лиц с нулевой суммой. Решение игр в смешанных стратегиях. Приведение матричной игры к задаче линейного программирования.

3.4. *Современные способы и средства принятия решений*

Современные способы и средства принятия решений. Человеко-машинные способы принятия решений. Рекомендации по выбору методов, используемых для принятия оптимальных решений

#### 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> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>0,47</b>            | <b>17</b>  | <b>12,75</b> |
| Лекции   | 0,47                   | 17         | 12,75        |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 0,95                   | 34         | 25,5         |
| в том числе в форме практической подготовки        | 0,47                   | 17         | 12,75        |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                | <b>2,58</b>            | <b>93</b>  | <b>69,77</b> |
| Контактная самостоятельная работа                  | 0,01                   | 0,4        | 0,3          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       | 2,57                   | 92,6       | 69,47        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     | <b>Зачет с оценкой</b> |            |              |

#### Аннотация рабочей программы дисциплины

##### «Математическое моделирование сложных физико-химических систем»

**1 Цель дисциплины** – изучение современных проблем в области информационных процессов и технологий и освоение основных методов их исследования и моделирования.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*ПК-1.1, ПК-3.2, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3.*

*Знать:*

- современные методы исследования информационных систем;
- методы анализа и синтеза информационных систем;
- типы математических моделей информационных систем;
- схему и методологию проведения вычислительного эксперимента;
- методы параметрического анализа;
- методы построения фазовых и параметрических портретов систем;
- методы продолжения по параметру;
- методы построения микроскопических стохастических моделей и алгоритмы

Монте-Карло.

*Уметь:*

- применять современные методы системного анализа к информационным процессам и технологиям;
- проводить исследования характеристик компонентов и информационных систем в целом;
- разрабатывать математические модели информационных систем и проводить их параметрический анализ;
- находить области параметров с разным типом динамического поведения (области устойчивости и неустойчивости, области существования различных нелинейных явлений);
- уметь строить микроскопические решеточные модели и реализовывать их на компьютере с помощью алгоритмов Монте-Карло.

*Владеть:*

- методами анализа и синтеза информационных систем;
- методами разработки математических моделей информационных систем;
- методами параметрического анализа и алгоритмами продолжения по параметру;
- методами построения фазовых и параметрических портретов систем;
- методами построения имитационных моделей и методами Монте-Карло для их реализации.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### ***Раздел 1. Методы исследования информационных систем***

##### **1.1. Информационные системы.**

Классы, виды и типы информационных систем. Сложные системы. Свойства и структура сложных систем. Основные принципы и закономерности функционирования и развития сложных систем.

##### **1.2. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент как современные методы познания.**

Методы исследования сложных систем. Математическое моделирование как инструмент познания и язык междисциплинарных исследований. Схема и методология вычислительного эксперимента.

##### **1.3. Классификация математических моделей.**

Уровни описания физико-химических процессов. Типы математических моделей и методы их исследования.

#### ***Раздел 2. Макроскопические модели. Методы параметрического анализа***

##### **2.1. Параметрические портреты моделей.**

Зависимость от параметров. Внутренние, внешние и подгоночные параметры. Параметрический портрет системы. Этапы параметрического анализа.

##### **2.2. Множественность стационарных состояний. Линия кратности.**

Множественность стационарных состояний, гистерезис. Построение линии кратности на плоскости двух параметров. Методика поиска областей множественности стационарных состояний.

##### **2.3. Автоколебания, релаксационные колебания. Линия нейтральности.**

Автоколебания. Необходимые условия возникновения колебаний. Построение линии нейтральности на плоскости двух параметров. Релаксационные колебания. Методы поиска автоколебаний в системах. Модели автоколебательных систем.

##### **2.4. Численные алгоритмы продолжения по параметру.**

Численные методы продолжения по параметру стационарных решений. Однопараметрический и двухпараметрический анализ. Функция последования. Продолжение по параметру периодических решений.

#### ***Раздел 3. Распределенные модели, системы типа реакция-диффузия***

##### **3.1. Стационарные диссипативные структуры.**

Стационарные диссипативные структуры, бифуркация Тьюринга. Необходимые условия возникновения структур Тьюринга. Методы поиска структур Тьюринга в моделях. Модель брюселлятора и другие.

### **3.2. Волны переключения, или фронты, в бистабильной среде.**

Волны переключения, или фронты. Модель Колмогорова, Петровского, Пискунова. Автомодельное решение типа бегущей волны. Аналитическое решение. Скорость волны и направление. Методика поиска волн переключения в моделях, определение направление переключения.

### **3.3. Уединенные бегущие волны, или импульсы, в возбудимой среде. Пространственно-временной хаос (ПВХ).**

Типы активных сред и их математическое описание. Уединенные бегущие волны в возбудимых средах. Основные элементы уединенного импульса. Форма импульса. Методика поиска уединенных импульсов в моделях. ПВХ в возбудимой среде. Сценарий Фейгенбаума перехода от импульса к ПВХ. Пространственно-временные диаграммы, методы анализа ПВХ.

### **3.4. Спиральные волны.**

Основные элементы спиральной волны. Приближенные методы описания спиральных волн. Меандр. Методика построения спиральных волн на примере известных моделей.

## **Раздел 4. Микроскопические стохастические модели**

### **4.1. Марковские случайные процессы.**

Стохастические процессы. Случайные числа. Вероятностные модели. Марковские случайные события. Система Колмогорова.

### **4.2. Алгоритмы Монте-Карло.**

Алгоритмы стохастического моделирования: метод отказа, метод частичных сумм, кинетический метод, динамический метод и др. Точность и достоверность стохастического моделирования.

### **4.3. Решеточные микроскопические модели гетерогенных каталитических реакций.**

Модель многокомпонентного решеточного газа. Модели поверхностей, модели адсорбционного слоя, модели элементарных стадий реакции. Микросостояния системы. Основное кинетическое уравнение.

### **4.4. Наведенные флуктуациями колебания, волны и фазовые переходы.**

Влияние флуктуаций на процессы в микроскопических стохастических моделях. Наведенные флуктуациями колебания, волны и фазовые переходы в микроскопических стохастических реакциях. Реакция окисления СО на платиновом катализаторе. Поверхностная модель реакции типа Лотки. Планирование машинных экспериментов с моделями ИС. Проблема обеспечения точности и достоверности.

## **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>1,88</b>      | <b>68</b>  | <b>51</b>    |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>0,47</b>      | <b>17</b>  | <b>12,75</b> |
| Лекции   | 0,47             | 17         | 12,75        |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | 0,94             | 34         | 25,5         |
| в том числе в форме практической подготовки        | 0,47             | 17         | 12,75        |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 0,47             | 17         | 12,75        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>2,12</b>      | <b>76</b>  | <b>57</b>    |

|  |                |           |           |
|--|----------------|-----------|-----------|
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 2,12           | 76        | 57        |
| <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  
«Компьютерное моделирование процессов химической технологии с использованием  
пакета Ansys»**

**1 Цель дисциплины** – научить студентов проводить компьютерное моделирование основных процессов химической технологии в современных программных продуктах.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3.

*Знать:*

- основные принципы CFD-моделирования для химических аппаратов;
- основы вычислительной гидрогазодинамики, теплообмена, массообмена.

*Уметь:*

- создавать геометрическую модель исследуемого объекта и задавать параметры физической модели, требуемые для моделирования;
- проводить оптимизацию параметров проведения процесса и размеров аппарата с использованием утилит оптимизации.

*Владеть:*

- методологией компьютерного моделирования в современных программных средствах;
- программными средствами квантовой химии для моделирования кинетики химических реакций;
- современными программными продуктами CFD-моделирования.

**3 Краткое содержание дисциплины**

**Раздел 1. Основы CFD-моделирования**

**1.1. Введение. Создание и импорт САД-геометрии.**

Методика проведения CFD-расчета. Геометрические редакторы. Создание геометрии методом вытягивания двумерного эскиза. Геометрические примитивы. Булевы операции над геометрическими телами. Создание геометрии путем операций над примитивами. Геометрическое тело и деталь.

**1.2. Построение расчетных сеток.**

Классификация расчетных сеток, их типы. Построение структурированных и неструктурированных сеток различного качества. Метрики качества сетки. Построение сетки для цилиндра. Основы теории пограничного слоя. Построение сетки для пограничного слоя. Глобальные и локальные параметры сетки.

**1.3. Моделирование внешних и внутренних течений.**

Моделирование двумерного течения в стационарном режиме. Выбор модели турбулентности. Пристеночное моделирование. Постпроцессинг решения. Моделирование двумерного течения в нестационарном режиме. Число Куранта. Явные и неявные решатели. Моделирование трехмерного течения в трубе.

**1.4. Оптимизация геометрии и параметров.**

Оптимизация геометрических характеристик аппаратов. Целевая функция, многокритериальная оптимизации – понятие Парето-фронта. CFD-расчет трубопроводной

системы с оптимизацией положения входных патрубков. Оптимизация скорости и температуры подаваемого в аппарат сырья.

#### **1.5. Моделирование многофазных течений.**

Моделирование двухфазных систем «жидкость»-«жидкость», «жидкость»-«газ». Модель VOF, Эйлера. Границы применимости каждой модели. Моделирование распыления чернил из печатающей головки.

#### **1.6. Моделирование систем с химической реакцией.**

Подход к учету химической реакции в математической модели химико-технологического процесса. Моделирование осаждения пленки из паровой фазы. Моделирование каталитического реактора с нанесенным на стенку катализатором. Моделирование пористого катализатора.

### ***Раздел 2. Основы квантовохимического моделирования реакционных систем***

#### **Квантовохимическое моделирование реакционных систем.**

Профиль потенциальной энергии, седловые точки. Понятия оптимизации и релаксации. Методика поиска переходного состояния реакции. Расчет и анализ частот колебаний. Методы IRC и NEB. Вычисление энергетических барьеров химической реакции по результатам расчетов. Понятие эффективного барьера химической реакции.

### ***Раздел 3. Многомасштабное компьютерное моделирование***

#### **Построение связанных многомасштабных компьютерных моделей.**

Разрыв по материалу (пример катализа). Понятие многомасштабных моделей. Подход к построению многомасштабных моделей «сверху-вниз» и «снизу-вверх». Связанные многомасштабные модели: микромодель (локальное протекание процесса) + модель аппарата + технологическая схема (на примере). Стыковка программ, проблема интерфейсов и динамической передачи 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>1,41</b>      | <b>51</b>  | <b>38,25</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>0,22</b>      | <b>8</b>   | <b>6</b>     |
| Лекции   | 0,47             | 17         | 12,75        |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | 0,47             | 17         | 12,75        |
| в том числе в форме практической подготовки        | 0,22             | 8          | 6            |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 0,47             | 17         | 12,75        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>2,59</b>      | <b>93</b>  | <b>69,75</b> |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       | 2,59             | 93         | 69,75        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     | <b>Зачет</b>     |            |              |

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Проектирование на основе AutoCad»**

**1 Цель дисциплины** – обучение студентов навыкам практической разработки и применения моделей, методов и средств автоматизации проектирования технологических процессов и технических устройств с помощью пакета проектирования Autodesk AutoCAD и языка AutoLISP для программирования в среде AutoCAD, обучение навыкам трехмерной печати.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*ПК-3.2, ПК-4.2, ПК-4.3.*

*Знать:*

- современные пакеты прикладного программного обеспечения автоматизированного проектирования;
- основные типы данных, методы и интерфейсы, используемые для создания, отображения или модификации геометрических моделей;
- средства хранения и визуализации геометрической информации;
- типичные операции над геометрическими моделями;
- основы языка AutoLISP.

*Уметь:*

- применять на практике современные пакеты прикладного программного обеспечения автоматизированного проектирования;
- составлять документацию на основе цифровых прототипов, создавать чертежи и спецификации согласно ГОСТ;
- использовать возможности AutoLISP для реализации и модификации объектов в среде AutoCAD;
- печатать на 3D принтере.

*Владеть:*

- приемами геометрического описания проектируемого объекта;
- приемами формирования конструкторской документации в графических системах разных классов и типов;
- навыками программирования на языке AutoLISP;
- методами адаптивного и параметрического моделирования.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### *Раздел 1. Геометрическое моделирование.*

1.1. Место геометрического моделирования в области автоматизированного проектирования. Области применения. Современные пакеты прикладного программного обеспечения автоматизированного проектирования. Знакомство с интерфейсом программного пакета Autodesk AutoCAD.

1.2. Способы создания двумерных объектов, редактирование свойств двумерных объектов. Инструменты управления свойствами объектов. Способы задания координат.

1.3. Создание слоев и правила работы с ними. Современные инструменты управления слоями. Создание и редактирование пользовательских размерных и текстовых стилей. Типы текстов - многострочный и однострочный. Понятие о стиле текста. Работа в редакторе многострочного текста. Создание текстового стиля. Способы редактирования текста.

Типы штриховки. Создание штриховки. Свойства штриховки- ассоциативность, прозрачность, фон. Редактирование штриховки.

1.4. Основные операции с блоками: создание, вставка, редактирование, удаление. Очистка чертежа. Передача блоков между документами. Создание шаблонов. Создание библиотек. Использование чужих библиотек . Знакомство с Центром управления.

#### *Раздел 2. Основы программирования на AutoLISP*

2.1. Общие сведения о языке AutoLISP. Типы данных, переменные, выражения, функции присвоения, преобразования. Логические функции. Ввод данных.

2.2. Программирование в среде VisualLISP. Построение процедур на основе встроенных функций AutoLISP.

2.3. Основные понятия о сущностях объектов AutoCAD . Параметры объектов, хранящиеся в базе данных программы. Методика работы с объектами: извлечение их из базы данных, модификация, обновление объектов.

2.4. Расширение возможностей AutoCAD. Работа с программой в режиме диалога в интегрированной среде разработки Visual LISP. Программирование диалоговых окон на языке DCL. Работа с базами данных. Изменение графической базы данных AutoCAD.

### Раздел 3. Дополнительные возможности AutoCAD.

3.1. Параметрическое и имитационное программирование.

3.2. Методы построения и редактирования трехмерных объектов. Построение сечений и чертежей на основе трехмерной модели.

3.3. Организация чертежа. Понятие: пространства листа. Создание видовых экранов и приемы работы с ними. Вывод чертежа на печать. Взаимодействие с другими приложениями. Публикация в PDF.

3.4. Технологии и области применения 3D-печати. Материалы для 3D-печати. Виды 3D-принтеров.

Конвертация файлов в формат хранения трехмерных моделей STL (stereolithography). Формирование программы для печати в виде G-кода (на языке программирования устройств с числовым программным управлением). Выбор положения модели. Подготовка принтера (выбор пластика, подогрев стола, сопла). Печать при помощи 3D принтера.

## 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>135</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>1,41</b>      | <b>51</b>  | <b>38,25</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>0,22</b>      | <b>8</b>   | <b>6</b>     |
| Лекции   | 0,47             | 17         | 12,75        |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 0,47             | 17         | 12,75        |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | 0,47             | 17         | 12,75        |
| в том числе в форме практической подготовки        | 0,22             | 8          | 6            |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>2,59</b>      | <b>93</b>  | <b>96,75</b> |
| Контактная самостоятельная работа                  | 2,59             | 0,2        | 0,07         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |                  | 92,8       | 96,68        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     | <b>зачет</b>     |            |              |

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Технология параллельного программирования Cuda»

**1 Цель дисциплины** состоит в изучении математических моделей, методов и технологий параллельного программирования гетерогенных вычислительных систем на языке CUDA в объеме, достаточном для успешного применения данных технологий на практике в актуальных задачах.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3.*

*Знать:*

– особенности используемых в настоящее время архитектур массивно-параллельных вычислительных систем.

*Уметь:*

– применять модель распараллеливания CUDA для обработки больших объемов данных;

– применять модель распараллеливания CUDA для решения задач химической технологии.

*Владеть:*

- основными приемами программирования с использованием ускорителей NVidia и программной модели CUDA;
- приемами оптимизации программного кода для массивно-параллельных архитектур, находя узкие места алгоритма с учетом ограничений программной и аппаратной моделей.

### 3 Краткое содержание дисциплины

Введение

Цели и задачи курса. Структура излагаемого материала. Основные понятия, определения, терминология.

*Раздел 1. Архитектура и программная модель графических ускорителей NVidia*

История и предпосылки развития существующих типов параллельных вычислительных архитектур, и их назначение. Системы с общей памятью, системы с разделяемой памятью, гибридные системы. Производительность различных классов устройств. Массивно-параллельные вычислительные устройства на примере графических ускорителей NVidia, их основные достоинства и недостатки. Поколения архитектур процессоров NVidia. Введение в программно-аппаратный стек CUDA. Структура модельной CUDA-программы, модель распараллеливания вычислений, компилятор nvcc, сборка исполняемого файла. Работа с памятью в CUDA, целесообразность использования различных видов памяти в конкретных задачах.

*Раздел 2. Разработка и оптимизация программ на языке CUDA.*

Методы создания эффективных прикладных программ с использованием графических ускорителей. Основные методы оптимизации и поиска узких мест в CUDA-программе, использование инструмента CUDA Visual Profiler. Введение в алгоритмические ограничения производительности CUDA программ – модель «покатой крыши» (влияние темпа доступа к памяти на производительность программы), понятие memory bound (ограниченных по темпу доступа к памяти) и compute bound (ограниченных по вычислительной мощности) задач. Примеры memory bound и compute bound алгоритмов. Стандартные CUDA-библиотеки для анализа больших массивов данных: библиотеки cublas (инструментарий для работы с векторами и матрицами), cufft (CUDA библиотека для вычисления дискретного преобразования Фурье).

*Раздел 3. Математическое моделирование в задачах химической технологии с применением GPU*

Применение технологий CUDA для математического моделирования в задачах математической физики и вычислительной химии. Алгоритмы реализации на CUDA разностных схем математической физики: уравнение переноса, уравнение теплопроводности. Примеры конкретных параллельных методов для решения задач химической технологии: решение уравнения баланса числа частиц процесса кристаллизации из растворов; решение уравнения клеточного аппарата, имитирующего рост кристалла; решение уравнений массопереноса в нанопоре мембраны; расчет процесса массовой кристаллизации из растворов.

### 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>  |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | 0,96             | 34         | 25,5       |
| Лекции   | 0,47             | 17         | 12,75      |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 0,47             | 17         | 12,75      |

|  |              |           |           |
|--|--------------|-----------|-----------|
| Лабораторные работы (ЛР)                     | 0,96         | 34        | 25,5      |
| в том числе в форме практической подготовки  | 0,96         | 34        | 25,5      |
| <b>Самостоятельная работа</b>                | <b>2,1</b>   | <b>76</b> | <b>57</b> |
| Контактная самостоятельная работа            | 2,1          | 0,2       | 0,15      |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |              | 75,8      | 56,85     |
| <b>Вид итогового контроля:</b>               | <b>Зачет</b> |           |           |

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Разработка Java-приложений для цифровой трансформации»

**1 Цель дисциплины** – усвоение навыков использования языка Java, усвоение и закрепление основных приемов, методов и принципов работы при создании кроссплатформенных программ, подготовка к собеседованию.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

- особенности используемых в настоящее время стандартов языка Java;
- принципы эргономики, средства разработки эргономичных графических пользовательских интерфейсов;

*Уметь:*

- определять и выработать требования к интерфейсу программного продукта;
- писать программы с консольным и графическим интерфейсом;
- пользоваться встроенными в стандарт библиотеками;

*Владеть:*

- методами проектирования и оценки эргономичности графических пользовательских интерфейсов.
- основными приемами программирования с использованием языка Java;
- приемами оптимизации программного кода;
- основными приемами тестирования кода на Java.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### ***Раздел 1. Основные конструкции языка Java.***

##### **1.1. Синтаксис языка Java, основные операторы.**

История языка Java. Установка jdk и среды разработки (IntelliJ IDEA). Синтаксис языка Java. Программные блоки и комментарии. Переменные, типы данных. Явное и неявное приведение типов. Условные операторы и операторы цикла. Строки, парсинг строк, классы String и StringBuilder. Массивы, цикл foreach.

##### **1.2 Структура классов Java.**

Класс и объект класса. Поля и методы класса. Ключевое слово this. Организация памяти: стек и куча. Конструкторы. Перегруженные методы и конструкторы. Методы с переменным числом аргументов (varargs). Статические поля и методы. Garbage Collector. Инкапсуляция при разработке классов Java.

##### **1.3 Наследование и полиморфизм в языке Java.**

Основные принципы наследования в Java. Конструкторы и наследование. Ключевое слово super. Класс Object. Переопределение методов. Построение POJO. Использование полиморфных ссылок. Полиморфные аргументы. Предотвращение наследования. Модификаторы доступа, ключевое слово final. Сравнение композиции и наследования (отношения «IS-A», «HAS-A»).

##### **1.4 Тестирование приложений, библиотека JUnit.**

Структура Maven-проекта, подключение зависимостей, этапы жизненного цикла. Основные принципы тестирования JUnit. Основные методы класса Assert. Аннотации @Test, @Before, @BeforeClass, @After, @AfterClass, @Ignore. Тестирование методов на предмет выброса исключений. Параметризованные классы тестов.

## ***Раздел 2. Расширенные возможности языка Java.***

### **2.1 Обобщённые типы в Java.**

Обобщённые типы (дженерики) как способ создания классов в Java. Создание объектов в рамках обобщённого типа. Понятие wildcard, upper bounded wildcard, lower bounded wildcard. Обобщённые методы и интерфейсы. Ограничения по работе с обобщёнными типами.

### **2.2 Интерфейсы.**

Абстрактные методы, классы. Интерфейсы, виды методов интерфейса. Функциональные интерфейсы, лямбда-выражения. Понятие эффективно-финальной переменной. Предопределённые функциональные интерфейсы.

### **2.3 Коллекции в Java.**

Создание коллекций с использованием обобщённых типов. Структура Java Collection Framework. Интерфейсы List, Set, Queue, Deque, Map и их реализации. Принцип работы HashSet, HashMap. Сортированные отображения и множества. Интерфейсы Iterator, Comparable, Comparator. Класс Collections для выполнения основных операций над коллекциями. Методы Stream API для работы с коллекциями. Конвейерные и терминальные методы. Коллекторы. Тип Optional<T>.

### **2.4 Шаблоны проектирования.**

Обзор наиболее часто используемых шаблонов в Java. Создание уникальных объектов с помощью шаблона Одиночка. Шаблоны Стратегия, Обозреватель, Декоратор. Обзор шаблона Модель – Представление – Контроллер (MVC).

### **2.5 Обработка исключений в Java.**

Иерархия исключений в Java, проверяемые и непроверяемые исключения. Конструкция try-catch-finally, ключевые слова throw, throws. Создание пользовательских классов исключений.

### **2.6 Файловый ввод и вывод в Java программах.**

Основы ввода и вывода в Java программах. Использование потоков для чтения и записи файлов. Байтовые и символьные потоки. Использование интерфейса Path для работы с файлами. Работа с классом File, Files, Paths для операций над файлами. Конструкция “try с ресурсами”. Подключение буферизованных потоков.

## ***Раздел 3. Многопоточность, работа с сетью и базами данных.***

### **3.1 Создание оконных приложений в Java.**

Введение в JavaFX. Понятие Stage, Scene, Node. Обзор компоновщиков. Основные классы проекта JavaFX. Добавление и настройка внешнего вида компонентов, работа с Scene Builder, разметка fxml. Обработка событий, класс Controller. Подключение css-стилей к проекту.

### **3.2 Основы многопоточности Java.**

Основные поля и методы класса Thread. Интерфейс Runnable. Способы создания потоков. Жизненный цикл потока, планировщик потоков. Проблемы многопоточного программирования. Синхронизация потоков. Ключевое слово synchronized. Интерфейс Lock и его основные реализации. Организация взаимодействия потоков с помощью методов wait(), notify(), notifyAll().

### **3.3 Классы для работы с многопоточностью.**

Классы синхронизации: Semaphore, CountdownLatch, CyclicBarrier. Использование ExecutorService, основные классы и методы. Интерфейс Callable<T>, класс Future. Fork-Join фреймворк. Многопоточные коллекции.

### **3.3. Работа с сетью в Java.**

Основы работы в Сети. Протоколы HTTP, TCP/IP. Понятие сокета. Основные принципы организации взаимодействия клиента и сервера, использование многопоточности.

### 3.4 Построение приложений для работы с базами данных.

Подключение к базе данных с использованием драйвера JDBC. Подача запросов, получение результатов из базы данных. Statement, PreparedStatement. Транзакции в JDBC.

## 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>1,88</b>      | <b>68</b>  | <b>51</b>  |
| Лекции   | 0,47             | 17         | 12,75      |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 0,94             | 34         | 25,5       |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,47             | 17         | 12,75      |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,12</b>      | <b>76</b>  | <b>57</b>  |
| Контактная самостоятельная работа              | 2,12             | 0,2        | 0,15       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                  | 75,8       | 56,85      |
| <b>Вид контроля:</b>                           | <b>Зачет</b>     |            |            |

### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### «Проектирование мобильных автоматизированных рабочих мест для управления технологическими процессами»

**1 Цель дисциплины** – усвоение навыков создания кроссплатформенных мобильных приложений, изучение основ языка Swift/Kotlin, получение практического опыта настройки работы с сетью, создания анимированных пользовательских интерфейсов.

### 2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

- принципы и нормативную базу создания информационных систем;
- основы языка программирования Swift/Kotlin.

*Уметь:*

- проводить работы по созданию (модификации) и сопровождению информационных систем;
- создавать кроссплатформенные мобильные приложения;
- создавать анимированные пользовательские интерфейсы.

*Владеть:*

- инструментальными средствами создания информационных систем.

### 3 Краткое содержание дисциплины

#### Раздел 1. Основные понятия.

Понятие информационно-управляющей системы, автоматизированные системы управления технологическими процессами, SCADA и пр. Стандарт МЭК61131-3, программирование на МЭК языках. Проектирование сетевой структуры информационно-управляющей системы.

#### Раздел 2. Клиент-серверное программирование.

Проектирование мобильных приложений iOS/Android. Основы языка Swift/Kotlin, объектно-ориентированное программирование, протоколы. Основы разработки UI. Жизненный цикл и навигация. Компоновка элементов UI. Многопоточность. Сетевые запросы. Хранение данных пользователей

#### 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> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>0,47</b>      | <b>17</b>  | <b>12,75</b> |
| Лекции   | 0,47             | 17         | 12,75        |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | 0,94             | 34         | 25,5         |
| в том числе в форме практической подготовки        | 0,47             | 17         | 12,75        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>2,58</b>      | <b>93</b>  | <b>69,75</b> |
| Контактная самостоятельная работа                  | 2,58             | 0,2        | 0,15         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |                  | 92,8       | 69,6         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     | <b>Зачет</b>     |            |              |

#### Аннотация рабочей программы дисциплины

##### «Разработка систем виртуальной реальности в химических производствах»

**1 Цель дисциплины** – приобретение знаний по теоретическим основам проектирование систем виртуальной реальности и приобретение навыков работы со средствами и средами разработки систем виртуальной реальности.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3.*

*Знать:*

- методологии исследования моделей объектов профессиональной деятельности, оценки качества проводимых исследований.

*Уметь:*

- адаптировать методики, определять качество проводимых исследований, составлять отчеты о проделанной работе.

*Владеть:*

- методами исследования моделей объектов профессиональной деятельности, составления отчетов и обзоров.

#### 3 Краткое содержание дисциплины

##### *Раздел 1. Работа с трёхмерной графикой. 3DS Studio MAX.*

– Среда разработки. Панели инструментов, главное меню, панели команд. Функции и управление окнами отображения проекций.

– Основные типы проекций.

– Сетка координат и ее настройка

– Техника создания элементарных 3D сцен.

– Обзор трехмерных объектов. Классификация и принципы работы с ними.

– Понятия ребер, граней, вершин объектов и их отображение.

– Понятие о габаритных контейнерах.

– Техника создания элементарных объектов.

– Работа с группами объектов. Преобразование объектов.

- Основы работы с материалами.
- Работа с источниками света.
- Основы работы с камерами.

**Раздел 2. Работа с платформой разработки Unity3D.**

- Проработка концепции приложения
- Импорт спрайтов и префабы (prefabs)
- Сценарии MonoDevelop
- Работа с камерой
- Среда программирования Visual Studio.
- Основы программирования на C#.
- Программирование сценариев приложения.
- Разработка аудио-сопровождения.

**Раздел 3. Работа с платформой разработки Unity3D для создания объектов химических производств.**

**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>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>0,47</b>      | <b>17</b>  | <b>12,75</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>1,41</b>      | <b>51</b>  | <b>38,25</b> |
| Лекции   | 0,47             | 17         | 12,75        |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | 0,94             | 34         | 25,5         |
| в том числе в форме практической подготовки        | 0,47             | 17         | 12,75        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>2,59</b>      | <b>93</b>  | <b>69,75</b> |
| Контактная самостоятельная работа                  | 2,59             | 0,2        | 0,15         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |                  | 92,8       | 69,6         |
| <b>Вид контроля:</b>                               | <b>Зачет</b>     |            |              |

**Аннотация рабочей программы практики**

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

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

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

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

*Знать:*

- порядок организации, планирования, проведения и обеспечения научно-исследовательских работ с использованием современных технологий;

- порядок организации, планирования, проведения и обеспечения образовательной деятельности по профилю изучаемой программы магистратуры.

*Уметь:*

- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю пройденной практики, в том числе с применением интернет-технологий;

- использовать современное аппаратное и программное обеспечение по профилю программы магистратуры;

– выполнять педагогические функции, проводить практические и лабораторные занятия со студенческой аудиторией по выбранному направлению подготовки.

*Владеть:*

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

### **3 Краткое содержание практики**

Учебная практика включает этапы ознакомления с принципами организации научных исследований и разработки проектов по профилю образовательной программы (разделы 1, 2) и этап ознакомления с деятельностью ученого-исследователя и специалиста в области информационных систем и технологий, как объектов профессиональной деятельности (раздел 3).

#### ***Раздел 1.***

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

#### ***Раздел 2.***

Знакомство с организацией научно-исследовательской и образовательной деятельности. Принципы, технологии, формы и методы организации научно-исследовательской деятельности на примере организации научной работы кафедры (научно-исследовательских и проектных групп). Принципы, технологии, формы и методы обучения студентов на примере организации учебной работы кафедры.

#### ***Раздел 3.***

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

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 дисциплины       |            |            |
|---|------------------------|------------|------------|
|   | 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>1,78</b>            | <b>64</b>  | <b>48</b>  |
| Практические занятия (ПЗ)   | 1,78                   | 64         | 48         |
| <b>Самостоятельная работа</b>   | <b>4,22</b>            | <b>152</b> | <b>114</b> |
| в том числе в форме практической подготовки:                            | <b>4,22</b>            | <b>152</b> | <b>114</b> |
| Контактная самостоятельная работа                                       | 4,22                   | 0,4        | 0,3        |
| Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики |                        | 151,6      | 113,7      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>  | <b>Зачет 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.

**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:*

- методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации;
- математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности;
- принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации;
- новые научные принципы и методы исследований;
- принципы построения математических моделей процессов и объектов при решении задач анализа и синтеза распределенных информационных систем и систем поддержки принятия решений;

*Уметь:*

- применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации;
- решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний;
- анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров;
- применять на практике новые научные принципы и методы исследований;
- разрабатывать и применять математические модели процессов и объектов при решении задач анализа и синтеза распределенных информационных систем и систем поддержки принятия решений;

*Владеть:*

- методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий;
- навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;
- навыками подготовки научных докладов, публикаций и аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями;
- навыками применения новых научных принципов и методов исследования для решения профессиональных задач;
- навыками построения математически моделей для реализации успешного функционирования распределенных информационных систем и систем поддержки принятия решений.

*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. Изучение возможных направлений научно-исследовательской работы***

Изучение возможных направлений научно-исследовательской работы. Выбор направления научно-исследовательской деятельности. Обоснование актуальности темы и утверждение темы научно-исследовательской работы.

Обзор и анализ публикаций по теме научно-исследовательской работы. Выводы из литературного обзора.

Постановка целей и задач научно-исследовательской работы, определение объекта и предмета исследования, характеристика современного состояния изучаемой проблемы, выбор необходимых методов исследования. Подготовка отчета (обзорного реферата по проблеме исследования) и презентации о выполненной работе.

#### ***Раздел 2. Изучение теоретических источников для решения поставленных задач НИР***

Изучение теоретических источников для решения поставленных задач НИР. Разработка основных теоретических положений. Подробный обзор литературы по теме научно-исследовательской работы. (Библиографический список).

#### ***Раздел 3. Организация и проведение исследования по решению основных задач НИР***

Организация и проведение исследования по решению основных задач НИР, сбор теоретического и эмпирического материала и его интерпретация. Предварительный анализ экспериментальных результатов. Участие в научно-исследовательской работе кафедры. Отчет о практических достижениях и выводы из работы этапа. Подготовка доклада для выступлений на научно-исследовательском семинаре.

#### ***Раздел 4. Проведение исследований и работ по решению всего комплекса задач НИР***

Проведение исследований и работ по решению всего комплекса задач НИР. Доводка и апробация теоретических положений и методов для окончательного отчета о результатах НИР. Участие в научно-исследовательской работе кафедры. Подготовка к публикации научной статьи по направлению исследования.

Общее количество разделов – 4.

### **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:                           | 14,4                | 517             |
| Контактная самостоятельная работа                                      |                     | 0,8             |
| Самостоятельное освоение знаний, умений, навыков по программе практики | 14,4                | 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>Зачет с оценкой /<br/>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>                    | 4,25                                 | 153              |
| 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:                           | 4,75                                 | 171              |
| Контактная самостоятельная работа                                      |                                      | 0,4              |
| Самостоятельное освоение знаний, умений, навыков по программе практики | 4,75                                 | 170,6            |
| <b>Вид контроля:</b>   | <b>Зачет 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:                           | 2,7                                  | 97               |
| Контактная самостоятельная работа                                      |                                      | 0,4              |
| Виды самостоятельной работы  | 2,7                                  | 96,6             |
| <b>Вид контроля:</b>   | <b>Зачет 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:                           | 6,9                                  | 249              |
| Самостоятельное освоение знаний, умений, 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<br>зачетных<br>единицах            | В астр.<br>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, 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>Зачет 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:                           | 4,75                             | 128,25        |
| Контактная самостоятельная работа                                      | 4,75                             | 0,3           |
| Самостоятельное освоение знаний, умений, навыков по программе практики |                                  | 127,95        |
| <b>Вид контроля:</b>   | <b>Зачет 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:                           | 2,7                              | 72,75         |
| Контактная самостоятельная работа                                      | 2,7                              | 0,3           |
| Самостоятельное освоение знаний, умений, навыков по программе практики |                                  | 72,45         |
| <b>Вид контроля:</b>   | <b>Зачет 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:                           | 6,9                              | 186,75        |
| Самостоятельное освоение знаний, умений, 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>                   |               |

## **Государственная итоговая аттестация: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы**

**1 Цель государственной итоговой аттестации: выполнения 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 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, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5.

*Знать:*

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

- методы математического моделирования, оптимизации объектов профессиональной деятельности;

- методы и подходы к проектированию информационных систем, баз данных и знаний объектов профессиональной деятельности;

- методы искусственного интеллекта для решения задач прогнозирования, оптимизации и управления объектов профессиональной деятельности;

- 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 объектов профессиональной деятельности;

- использовать универсальное и специализированное программное обеспечение для решения задач моделирования, проектирования объектов профессиональной деятельности;

- 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 информационного обеспечения 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 и защиты выпускной квалификационной работы

Государственная итоговая аттестация: выполнение и защита выпускной квалификационной работы проходит в 4 семестре на базе знаний, умений и навыков, полученных студентами при изучении дисциплин направления **09.04.02 – Информационные системы и технологии** и прохождения практик.

Государственная итоговая аттестация: выполнение 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 и защиты выпускной квалификационной работы

Программа относится к обязательной части учебного плана, к блоку 3 «Государственная итоговая аттестация» (Б3.01) 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 информационных систем и технологий.

| 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>   |                   |

### 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 достижений: **УК-4 (УК-4.1, УК- 4.2, УК-4.3); ПК-2 (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**, ее роль в формировании речевой культуры будущего специалиста. 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. Особенности научного стиля речи, специфика использования элементов различных языковых уровней в научной речи. Лингвистические особенности научного стиля речи (лексико-словообразовательная характеристика, стандартность морфологии, точность и обобщенность грамматических конструкций), специальные приемы и речевые нормы научных работ разных жанров. Грамматические приемы обеспечения ясности научного стиля. Жанры письменной и устной научной речи.

**1.4. Особенности устной и письменной речи.** Логико-лингвистические особенности научных текстов и их аналитико-синтетическая переработка. Лексические маркеры – помощники в написании статьи. Нетерминологические стандартизированные единицы. Перечисление типичных ошибок при составлении письменного научного текста (значение слова и лексическая сочетаемость, заимствование в современной научной речи;

случаи нарушения грамматических норм: правила цитирования, трудные случаи употребления предлогов, вводных конструкций). Правила трансформации научной информации из устного текста в письменный и наоборот.

**1.5. Подготовка научно-популярного текста:** композиционные и стилистические особенности, типичные ошибки. Зависимость выбора языковых средств и структуры текста от целевой аудитории. Популяризация сложного научного знания («научпоп») и основные способы подачи научно-популярной информации в СМИ. Композиционные и стилистические особенности научно-популярного текста, типичные ошибки при его составлении. Основные жанры научно-популярных текстов.

*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. 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. 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.

*Раздел 3. Культура научной устной 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. Особенности академического этикета. Культура спора/дискуссии. Правила убеждения оппонента. Основные стратегии и тактики ведения научных дискуссий. Подготовка к дискуссии и речевое поведение каждого участника.

## **4. Объем учебной дисциплины**

| Виды учебной работы                                    | ЗЕ          | Акад. ч.   |
|--|-------------|------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>3</b>    | <b>108</b> |
| <b>Контактная работа (КР):</b>                         | <b>0,94</b> | <b>34</b>  |
| Лекции (Лек)   | 0,47        | 17         |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 0,47        | 17         |

|  |              |           |
|--|--------------|-----------|
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>          | <b>2,06</b>  | <b>74</b> |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 2,06         | 73,8      |
| Контактная самостоятельная работа            |              | 0,2       |
| <b>Вид контроля:</b>                         | <b>Зачёт</b> |           |

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

### 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.     |
| Общая трудоемкость дисциплины                  | <b>2</b>         | <b>72</b>   | <b>54</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1,0</b>       | <b>34,0</b> | <b>25,5</b>  |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,9              | 34,0        | 25,5         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,1</b>       | <b>38,0</b> | <b>28,5</b>  |
| Контактная самостоятельная работа              | 1,1              | 0,2         | <b>0,15</b>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                  | 37,8        | <b>28,35</b> |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет</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 видеопроекторным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет), помещения для проведения семинарских и практических занятий (оборудованные учебной мебелью),

библиотеку (имеющую рабочие компьютерные места для обучающихся по программе магистратуры, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет), лаборатории, оснащенные современным оборудованием для выполнения научно-исследовательской работы, компьютерные классы. При использовании электронных изданий университет обеспечивает каждого обучающегося во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с трудоемкостью изучаемых дисциплин.

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

Материально-техническое обеспечение ООП магистратуры включает:

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

**На кафедре кибернетики химико-технологических процессов** проводятся занятия в следующих лабораториях.

Лаборатория математического моделирования (ауд. 243) оснащена установками теплообмена, ректификации, абсорбции, кристаллизации, фазового равновесия, сушки, химическим реактором, мембранной установкой, азротенком. Для занятий используются 2 ПК с предустановленным программным обеспечением.

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 СуVго2, 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.

**Материально-техническая база кафедры ИКТ** является новой, функционирующей и современной, необходимой для высококвалифицированного обучения аспирантов в области IT-технологий. Материально-техническая база постоянно обновляется и содержится в надлежащем порядке.

Основным техническим обеспечением кафедры являются персональные компьютеры и периферийные устройства. Всего на кафедре 55 персональных компьютера, которые объединены в локальную сеть и имеют выход в интернет.

**Все преподаваемые в соответствии с учебным планом на кафедре дисциплины** обеспечены необходимым современным техническим оборудованием. В настоящее время кафедра при организации учебного процесса использует два собственных компьютерных класса (аудитории № 125, № 119) и один общий факультетский компьютерный класс (ауд.

№ 123). В аудиториях № 125 и № 119 учебный процесс ведется на **41** персональных компьютерах, каждый из которых обладает процессором выше Pentium II, 5 из которых мощные графические станции с OS Windows 7 для моделирования и работы в пакетах таких прикладных программ, как Autodesk AutoCAD, SolidWorks Education Edition 200 CAMPUS, ANSYS Academic Research CFD и 6 компьютеров для высокопроизводительных параллельных вычислений.

Все компьютеры объединены в локальную сеть и имеют выход в интернет. Так же в учебном процессе используются **4** ноутбука, один нетбук и 3 мультимедиа-проектора для организации презентаций и докладов.

Дополнительно для выполнения аспирантских и научно-исследовательских работ используется 10 персональных компьютеров, снабженных периферийными устройствами (цветной струйный принтер – 1, лазерный принтер – 7; цветной лазерный принтер -1, сканер -7, МФУ - 1), а также новый современный 3D принтер Picaso Designer.

Так же кафедра ИКТ обладает следующим стандартным и специализированным лицензионным программным обеспечением: Autodesk AutoCAD, SolidWorks Education Edition 200 CAMPUS, UniSim, OpenFoam, MatCad, Microsoft Office, Windows XP, Linux, Eclipse, ComponentPlus, Embarcadero RAD Studio 10 Seattle, Kaspersky Anti-Virus, MatLab, Visual Studio Express Edition, системой дистанционного обучения (СДО) Moodle 2.6., ANSYS Academic Research CFD (**1 task**), ANSYS Academic Fuel Cell Tools (**1 task**).

Количество и характеристики технического оборудования, используемого для учебного процесса, в распределении по компьютерным классам, представлены в таблице.

#### Сведения о специализированном и лабораторном оборудовании

| № п/п  | Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр. | Перечень основного оборудования  | Год приобретения |
|--|---|--|------------------|
| <b>Магистратура<br/>«Цифровизация химических производств и химико-технологических процессов»</b> |   |  |                  |
| 1  | 119   | 16 компьютеров конфигурации CPU Pentium Dual-Core E5200 2.5GHz, 2G RAM, HDD 250G, монитор LG Flatron W1943c и один компьютер преподавателя конфигурации CPU Pentium Quad-Core Q8300 2.5GHz, 4G RAM, HDD 500G, монитор Samsung SyncMaster 2243, ИБП, сканер HG Scanjet 3110<br>Компьютеры объединены в проводную локальную сеть при помощи свитча DLink Des 3028, кроме того в аудитории доступна беспроводная сеть, есть 1 сканер. Локальная сеть имеет выход в интернет, а также доступ к вычислительному кластеру. | 2008-2011        |

|   |     |   |           |
|---|-----|---|-----------|
| 2 | 125 | <p>Всего компьютеров в наличии: 19.<br/>15 из них компьютеры выпуска 2008 – 2010 гг.<br/>Конфигурации:<br/>IntelCore 2 Quad\4096MбRAM\400ГбHDD – 7<br/>IntelCore 2 Quad\4096MбRAM\500ГбHDD – 1<br/>IntelDual-Core\2048MбRAM\250ГбHDD – 6<br/>IntelDual-Core\4096MбRAM\300ГбHDD – 1<br/>4 компьютера выпуска 2002-2003 гг<br/>2 Pentium-IV\2048Mб RAM\80Гб HDD<br/>2 Celeron-2400\1024Mб RAM\80Гб HDD<br/>6 компьютеров для параллельных вычислений<br/>NCT-P-i5 6400/120Gbssd/8GbDDR4/dvdrw/450W<br/>5 графических станций IntelCore i7-4770 Haswell,<br/>Asus Z97-AR, 16 GbRAM, GeForce GTX750TI 2Gb,<br/>1TBWD (3.4 ГГц, S1150, DDR3, SATA3, HDMI)<br/>Все компьютеры укомплектованы ЖК-мониторами,<br/>5 из которых LG 27” 27MP48HQ-P.<br/>Из вспомогательного оборудования в классе<br/>имеется сканер и плоттер.</p> | 2008-2016 |
| 3 | 123 | <p>25 компьютеров конфигурации<br/>CPU Pentium Dual-Core E2200 2.2GHz, 2G RAM,<br/>HDD 250G, монитор Samsung SyncMaster 943n.<br/>Компьютеры объединены в проводную локальную<br/>сеть при помощи свитча (Сетевой коммутатор).<br/>Локальная сеть имеет выход в интернет.</p>   | 2008-2011 |

В 2013 году приобретено право использования программ для ЭВМ Intel Cluster Studio XE for Linux OS – Single Commercial (Esd).

В 2015 году был куплен 3D-принтер Picaso Designer для наглядного представления результатов выпускных квалификационных работ и диссертаций.

Также, в 2015 году кафедра приобрела программное обеспечение SolidWorks 2015-2016 и в дополнении к нему 5 графических станций со следующими характеристиками IntelCore i7-4770 Haswell, Asus Z97-AR, 16GbRAM, GeForce GTX750TI 2Gb, 1TBWD (3.4 ГГц, S1150, DDR3, SATA3, HDMI).

10 февраля 2016 года приобретена лицензия на программное обеспечение Embarcadero на 30 бесплатных ученических лицензий сроком на один год.

В декабре 2016 года кафедра приобрела 6 компьютеров для высокопроизводительных параллельных вычислений, 5 мониторов диагональю 27 дюймов к мощным графическим станциям и лицензионное программное обеспечение ANSYS Academic Research CFD (1 task), ANSYS Academic Fuel Cell Tools (1 task).

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

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

Реализованы базы данных: БД по свойствам опасных веществ, БД по показателям надёжности типового оборудования, БД по коррозионным свойствам типового оборудования и материалов, БД по оценке риска при обращении с опасными материалами (паспортов безопасности), БД пожаро- взрыво-безопасности химико-технологических процессов.

Студенты могут воспользоваться справочными материалами, представленными на портале: глоссарий терминов и аббревиатур, ГОСТы и нормативы, паспорта безопасности,

виды показателей свойств опасности веществ, рубрикатор ссылок по теме безопасности, информационно-справочные материалы, библиография.

В блоке контроля знаний реализованы: самоконтроль и тестирование.

Студенты могут ознакомиться с тематическими изданиями, учебными пособиями и методическими ресурсами.

Издания:

Информационно-справочное издание Классификация химических опасностей: методы, критерии, показатели;

Информационно-аналитический обзор по вопросам химической и биологической безопасности;

Информационно-аналитический сборник;

Химическая и биологическая безопасность (специализированное методическое издание);

Научно-методический сборник;

– Научное издание «Методы оценки рисков и негативных воздействий химически опасных веществ».

Учебные пособия:

Электронное учебное пособие с системой самоконтроля знаний;

Учебное пособие «Химическая и биологическая безопасность»;

«Задачи и расчёты по проблемам химической безопасности»;

Методические ресурсы:

Методики обучения с помощью комплекса ХимБез — комплект;

Методическое пособие по работе с базами данных учебно-методического комплекса по проблемам химической и биологической безопасности;

Руководство пользователя учебно-методического комплекса по проблемам химической и биологической безопасности;

Руководство пользователя по работе с учебными, информационно-образовательными, информационно-аналитическими и другими ресурсами учебно-методического комплекса по проблемам химической и биологической безопасности и другие методические ресурсы.

Студенты могут использовать данные электронные ресурсы для научно-исследовательской работы и написания выпускной квалификационной работы.

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

Для обеспечения учебного и научно-исследовательского процесса за кафедрой информационных компьютерных технологий закреплена 1 учебно-научная лаборатория, 2 компьютерных класса на 40 посадочных мест, 4 кабинета.

Кафедра информационных компьютерных технологий располагает значительным количеством разнообразного современного оборудования (компьютеры, оргтехника, технические средства обучения и плоттер и 3-Дпринтер.).

Для реализации ООП магистратуры по направлению подготовки 18.04.02 программе магистратуры «Цифровизация химических производств и химико-технологических процессов» на кафедре ИКТ используются информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам базовой и вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; электронные учебные пособия по дисциплинам базовой и вариативной части; кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедр в электронном виде; видеоуроки к разделам дисциплин.

Обеспеченность современными учебными пособиями, выпущенными преподавателями **кафедры ИКТ** для студентов, 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://ikt.muctr.ru/>

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

Для реализации ООП магистратуры по направлению подготовки 18.04.02 магистерской программе «Цифровизация химических производств и химико-технологических процессов» на кафедре ИКТ 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.

Информационно-образовательные, информационно-методические, учебно-исследовательские ресурсы представлены на сайте кафедры <http://ikt.muctr.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 1 719 785 экз.

Фонд учебной и учебно-методической литературы укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра 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» | <p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань»</p> <p>Договор от 26.09.2020 № 33.03-Р-3.1-2173/2020</p> <p>Сумма договора – 747 661-28</p> <p>С 26.09.2020 по 25.09.2021</p> <p>Договор от 26.09.2021 №33.03-Р-3.1-3824/2021</p> <p>С 26.09.2021 по 25.09.2022</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> | <p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>   |  |
|  | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань»<br/>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.<br/>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<br/>Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань»<br/>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.<br/>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.<br><br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a><br><br>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера   | Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.  |
| 3 | Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».     | Принадлежность сторонняя. Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ-Центр»<br><br>Контракт от 24.12.2021 216-277ЭА/2021<br><br>Сумма договора – 887 604-00<br><br>С 01.01.2022 по 31.12.2022<br><br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a><br><br>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<br>Договор от 23.04.2021 № 33.03-Р-2.0-23269/2021<br><br>Сумма договора – 398 840-00<br><br>С 23.04.2021 по 22.04.2022<br><br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a><br><br>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.  | В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: «Экономические науки», «Юридические науки», «Педагогические науки» и «Психологические науки»; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации. |
| 5 | БД ВИНТИ РАН  | Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора- ВИНТИ РАН<br>Договор от 20.04.2022 № 33.03-Р-3.1-4426/2022<br><br>Сумма договора - 100 000-00<br><br>С 20.04.2022 по 19.04.2023<br><br>Ссылка на сайт – <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a>  | 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  |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|   |  | Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.   |   |
| 6 | Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»          | <p>Принадлежность – сторонняя<br/> Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека,<br/> Договор от 24.12.2021<br/> № 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.<br/> 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<br/> Контракт от 27.12.2021<br/> № 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<br/> «Электронное издательство ЮРАЙТ»<br/> Договор от 16.03.2022<br/> № 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>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>Ссылка на сайт – <a href="https://bibli-online.ru/">https://bibli-online.ru/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.<br/>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>  |   |
| 9  | Электронно-библиотечная система «Консультант студента» | <p>Принадлежность – сторонняя ООО «Политехресурс»<br/>Договор от 16.03.2022<br/>№ 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.<br/>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p> | Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».  |
| 10 | Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»          | <p>Принадлежность – сторонняя ООО «ЗНАНИУМ»,<br/>Договор от 06.04.2022<br/>№ 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>  | Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.            |
| 11 | Информационно-аналитическая система Science Index      | <p>Принадлежность – сторонняя ООО «Научная электронная библиотека»</p> <p>Договор от 11.04.2022<br/>№ 33.03-Л-3.1-4376/2022</p>   | Систематизация, корректировка профилей ученых РХТУ и университета в целом. Анализ публикационной активности сотрудников университета. |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>Сумма договора – 108 000-00</p> <p>С 11.04.2022 по 10.04.2023</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей –<br/> локальный доступ для<br/> сотрудников ИБЦ.</p> |  |
|--|--|--|

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 (или другой процент из соответствующего ФГОС ВО)** 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 (или другой процент из соответствующего ФГОС ВО)** 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 60 процентов (или другой процент из соответствующего ФГОС ВО)** 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 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 наукоёмкими проектами
6. Дополнительные главы математики
7. Многомасштабное компьютерное моделирование
8. Технологии работы с большими данными
9. Машинное обучение
10. Виртуализация и облачные вычисления
11. Современные системы проектирования в химических производствах
12. Разработка цифровых двойников
13. Математические методы в технологии блокчейнов
14. Системы искусственного интеллекта
15. Системы поддержки принятия решений

16. Математическое моделирование сложных физико-химических систем
17. Компьютерное моделирование процессов химической технологии с использованием пакета Ansys
18. Проектирование на основе AutoCad
19. Технологии параллельного программирования Cuda
20. Разработка Java-приложений для цифровой трансформации
21. Проектирование мобильных автоматизированных рабочих мест для управления технологическими процессами
22. Разработка систем виртуальной реальности в химических производствах
23. Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
24. Производственная практика: научно-исследовательская работа
25. Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
26. Научная публицистика
27. Профессионально-ориентированный перевод

входящих в ООП по направлению подготовки «**18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**», магистерская программа «**Цифровизация химических производств и химико-технологических процессов**», 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 наукоёмкими проектами
6. Дополнительные главы математики
7. Многомасштабное компьютерное моделирование
8. Технологии работы с большими данными
9. Машинное обучение
10. Виртуализация и облачные вычисления
11. Современные системы проектирования в химических производствах
12. Разработка цифровых двойников
13. Математические методы в технологии блокчейнов
14. Системы искусственного интеллекта
15. Системы поддержки принятия решений
16. Математическое моделирование сложных физико-химических систем
17. Компьютерное моделирование процессов химической технологии с использованием пакета Ansys
18. Проектирование на основе AutoCad
19. Технологии параллельного программирования Cuda
20. Разработка Java-приложений для цифровой трансформации
21. Проектирование мобильных автоматизированных рабочих мест для управления технологическими процессами
22. Разработка систем виртуальной реальности в химических производствах
23. Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
24. Производственная практика: научно-исследовательская работа
25. Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
26. Научная публицистика
27. Профессионально-ориентированный перевод

входящих в ООП по направлению подготовки «**18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**», магистерская программа «**Цифровизация химических производств и химико-технологических процессов**», 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 наукоёмкими проектами
6. Дополнительные главы математики
7. Многомасштабное компьютерное моделирование

8. Технологии работы с большими данными
9. Машинное обучение
10. Виртуализация и облачные вычисления
11. Современные системы проектирования в химических производствах
12. Разработка цифровых двойников
13. Математические методы в технологии блокчейнов
14. Системы искусственного интеллекта
15. Системы поддержки принятия решений
16. Математическое моделирование сложных физико-химических систем
17. Компьютерное моделирование процессов химической технологии с использованием пакета Ansys
18. Проектирование на основе AutoCad
19. Технологии параллельного программирования Cuda
20. Разработка Java-приложений для цифровой трансформации
21. Проектирование мобильных автоматизированных рабочих мест для управления технологическими процессами
22. Разработка систем виртуальной реальности в химических производствах
23. Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
24. Производственная практика: научно-исследовательская работа
25. Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
26. Научная публицистика
27. Профессионально-ориентированный перевод

входящих в ООП по направлению подготовки «**18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**», магистерская программа «**Цифровизация химических производств и химико-технологических процессов**», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.



РХТУ им. Д.И. Менделеева  
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ  
Владелец: Макаров Николай Александрович  
Директор департамента: Департамент  
образовательной деятельности  
Подписан: 24.04.2023 12:25:30