

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА»

УТВЕРЖДАЮ:



декан факультета Информационных систем и управления
С.П. Дударов

Протокол № 10
«19» мая 2016 г.

**ОСНОВНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ – МАГИСТРАТУРА**

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

магистерская программа «Информационные системы для проектирования
энерго- и ресурсосберегающих производств»

форма обучения:
очная


Квалификация: Магистр

Москва, 2016

Разработчики основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) магистратуры:

Д.т.н., профессор Э.М. Кольцова

К.т.н., доцент Г.Н. Семенов



ОПОП магистратуры обсуждена и одобрена на заседании кафедры информационных компьютерных технологий (ИКТ) протокол № 15 от 11 мая 2016 г.

Заведующий кафедрой ИКТ

д.т.н., проф.



 Э.М. Кольцова

Магистерская программа «Информационные системы для проектирования энерго- и ресурсосберегающих производств» по направлению подготовки **18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии** рассмотрена и утверждена на заседании Ученого совета Факультета информационных технологий и управления: протокол № 10 от «19» мая 2016 г.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Основная профессиональная образовательная программа высшего образования – программа магистратуры (далее – программа магистратуры, ОПОП магистратуры), реализуемая в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» по направлению подготовки высшего образования 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии магистерской программе «Информационные системы для проектирования энерго- и ресурсосберегающих производств» представляет собой комплекс основных характеристик образования, организационно-педагогических условий, форм аттестации, который представлен в виде общей характеристики программы магистратуры, учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ дисциплин, программ практик, оценочных средств, методических материалов.

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

- Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Минобрнауки России от 19.12.2013 N 1367 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» (Зарегистрировано в Минюсте России 24.02.2014 N 31402);
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 18.04.02 (уровень высшего образования магистратура), утвержденный Министерством образования и науки Российской Федерации от 20.11.2014 № 1480 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 15.12.2014 г., регистрационный № 35190);
- Нормативные документы Министерства образования и науки;
- Устав РХТУ им. Д.И. Менделеева.

1.3. Общая характеристика программы магистратуры

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

Срок получения образования по программе магистратуры по направлению подготовки 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии магистерской программе «Информационные системы для проектирования энерго- и ресурсосберегающих производств»:

в очной форме обучения составляет 2 года.

Структура образовательной программы магистратуры включает обязательную (базовую) часть и часть, формируемую участниками образовательных отношений (вариативную).

Программа магистратуры состоит из следующих блоков:

Блок 1 «Дисциплины (модули)», который включает дисциплины (модули), относящиеся к базовой части программы, и дисциплины (модули), относящиеся к ее вариативной части – 60 з.е.

Блок 2 «Практики», в том числе научно-исследовательская работа (НИР) который в полном объеме относится к вариативной части программы – 51-54 з.е.

Блок 3 «Государственная итоговая аттестация», который в полном объеме относится к базовой части программы – 6-9 з.е.

Объем программы магистратуры составляет 120 зачетных единиц.

Присваиваемая квалификация. При условии освоения программы магистратуры, присваивается квалификация «Магистр» по направлению подготовки 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии магистерской программе «Информационные системы для проектирования энерго- и ресурсосберегающих производств».

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 выпускника

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу магистратуры «Информационные системы для проектирования энерго- и

ресурсосберегающих производств» по направлению подготовки 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, включает:

информационные процессы, технологии, системы и сети, их инструментальное (программное, техническое, организационное) обеспечение, способы и методы проектирования, отладки, производства и эксплуатации информационных технологий и систем в области проектирования энерго- и ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий в производствах основных неорганических веществ, продуктов основного и тонкого органического синтеза, полимерных материалов, продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива, микробиологического синтеза, лекарственных препаратов и пищевых продуктов, разработку методов обращения с промышленными и бытовыми отходами и вторичными сырьевыми ресурсами.

2.2. Объекты профессиональной деятельности выпускника

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу магистратуры «Информационные системы для проектирования энерго- и ресурсосберегающих производств» 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;
- информационные системы и системы искусственного интеллекта в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии;
- многоассортиментные производства химической и смежных отраслей промышленности.

2.3. Виды профессиональной деятельности выпускника

научно-исследовательская деятельность:

- постановка и формулирование задач научных исследований по разработке информационных систем для энерго- и ресурсосберегающих производств;

- разработка новых технических и технологических решений на основе результатов научных исследований;
- создание теоретических моделей технологических процессов, аппаратов и свойства материалов и изделий;
- разработка алгоритмов и программ, выполнение прикладных научных исследований, обработка и анализ их результатов, формулирование выводов и рекомендаций;
- подготовка научно-технических отчетов и аналитических обзоров, публикация научных результатов;
- проведение мероприятий по защите интеллектуальной собственности и результатов исследований;
- разработка интеллектуальных систем для научных исследований; решение задач оптимизации технологических процессов и систем с позиций энерго- и ресурсосбережения;

производственно-технологическая деятельность:

- разработка норм выработки, технологических нормативов на расход сырья и вспомогательных материалов, топлива и электроэнергии, выбор оборудования и технологической оснастки химических, нефтехимических, биотехнологических производств;
- внедрение в производство новых энерго- и ресурсосберегающих технологических процессов;
- оценка экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности и технологических рисков при внедрении новых технологий;
- разработка мероприятий по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов и изыскание способов утилизации отходов производства, выбор систем обеспечения экологической безопасности производства на основе алгоритмов и программ расчетов параметров технологических процессов;
- разработка систем управления процессами и производством;

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

МАГИСТРАТУРЫ

3.1. Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать следующими общекультурными компетенциями:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);

- готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);
- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);

3.2. Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями:

- готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);
- готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-2);
- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);
- готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);
- готовностью к защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности (ОПК-5).

3.3. Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими виду (видам) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа магистратуры:

научно-исследовательская деятельность:

- способностью формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);
- способностью организовать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу (ПК-2);
- готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-3);
- способностью использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию (ПК-4);
- способностью составлять научно-технические отчеты и готовить публикации по результатам выполненных исследований (ПК-5);

- готовностью разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6);

производственно-технологическая деятельность:

- готовностью к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке (ПК-7);
- готовностью к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования (ПК-8);
- способностью к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности (ПК-9);
- способностью оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий (ПК-10);
- способностью разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов (ПК-11);
- способностью создавать технологии утилизации отходов и системы обеспечения экологической безопасности производства (ПК-12).

дополнительные профессиональные компетенции:

- способностью к программной и аппаратной реализации систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительных систем (ПКД-1);
- готовность к защите информации в компьютерных системах (ПКД-2);
- способностью к применению современных технологий и средств автоматизированного проектирования (ПКД-3).

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ МАГИСТРАТУРЫ

4.1 Общая характеристика образовательной деятельности

Образовательная деятельность по программе магистратуры предусматривает:

- проведение учебных занятий по дисциплинам (модулям) в форме лекций, семинарских занятий, консультаций, лабораторных работ, иных форм обучения, предусмотренных учебным планом;
- проведение практик;
- проведение научных исследований в соответствии с направленностью программы магистратуры;

– проведение контроля качества освоения программы магистратуры посредством текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся, государственной итоговой аттестации обучающихся.

4.2. Учебный план подготовки магистрантов

Учебный план подготовки магистрантов магистерской программе «Информационные системы для проектирования энерго- и ресурсосберегающих производств» разработан в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, утвержденному приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20.11.2014 г. № 1480.

В учебном плане отображена логическая последовательность освоения циклов и разделов ООП (дисциплин, практик), обеспечивающих формирование компетенций. Указана общая трудоемкость дисциплин, модулей, практик в зачетных единицах, а также их общая и аудиторная трудоемкость в часах.

Учебный план подготовки магистранта по направлению 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии магистерской программы «Информационные системы для проектирования энерго- и ресурсосберегающих производств» прилагается.

4.3. Календарный учебный график

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

4.4. Аннотации рабочих программ дисциплин

4.4.1. Дисциплины обязательной части (базовая часть)

Аннотация рабочей программы дисциплины «Философские проблемы науки и техники» (Б1.Б1)

1. Цели дисциплины:

- анализ науки и техники в широком социокультурном контексте;
- изучение природы и структуры научного знания, его основных мировоззренческих и методологических оснований;
- ознакомление с основными методологиями научной деятельности;
- выработка навыков философского осмысления сложнейших проблем науки и техники, необходимых для эффективной и ответственной научной деятельности.

2. В результате изучения дисциплины магистрант должен:

Знать:

- основные научные школы, направления, концепции, источники знания;
- методы и приемы научного исследования;
- методологические приемы и принципы современной науки.

Уметь:

- осуществлять методологическое обоснование научного исследования.

Владеть:

- навыками методологического анализа научного исследования и его результатов.

3. Краткое содержание дисциплины:

Предмет философии науки. Исторические формы философии науки. Наука как специфический тип знания. Критерии научности, их исторический характер. Научное и вненаучное знание. Наука как социальный институт. Профессионализация науки. Этическое измерение науки. Ответственность ученого. Проблема ограничения свободы научных исследований.

Роль и значение методологии науки. Классификация методов. Общелогические методы: анализ и синтез, индукция и дедукция, абстрагирование и обобщение. Эмпирические методы научного исследования. Методы построения теоретического знания.

Структура научного познания. Структура эмпирического знания. Эмпирический факт и эмпирический закон. Проблема и гипотеза как этапы построения теории. Теоретический уровень знания: законы и теории. Проблема соотношения эмпирического и теоретического знания. Метатеоретический уровень знания.

Основные модели развития науки. Кумулятивная модель развития научного знания. Модель развития науки Т. Куна. Методология научно-исследовательских программ И. Лакатоса. Методология case studies.

Философские проблемы техники. Предмет философии техники. Концепция органопроекции Э. Каппа. Предпосылки научно-технического мышления в античной и средневековой культуре. Взаимосвязь науки и техники в Новое время. Возникновение инженерного образования. Основные подходы к решению проблемы взаимосвязи науки и техники. Технический оптимизм и технический пессимизм. Этика техники.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	108

Аудиторные занятия:	1	36
Лекции (Лек)	0,4	16
Практические занятия (ПЗ)	0,6	20
Самостоятельная работа (СР):	1	36
Вид контроля: зачет / экзамен	1	36 экзамен

Аннотация рабочей программы дисциплины «Иностранный язык» (Б1.Б2)

1. Цели дисциплины – совершенствование иноязычной коммуникативной компетенции, необходимой для осуществления научной и профессиональной деятельности:

– расширение словарного запаса, необходимого для осуществления магистрантами научной и профессиональной деятельности в соответствии с их специализацией и направлениями научной деятельности с использованием иностранного языка;

– развитие профессионально значимых умений иноязычного общения во всех видах речевой деятельности (чтение, говорение, аудирование, письмо) в условиях научного и профессионального общения;

– развитие у магистрантов умения и опыта осуществления самостоятельной работы по повышению уровня владения иностранным языком, а также осуществления научной и профессиональной деятельности с использованием изучаемого языка.

2. В результате изучения дисциплины магистрант должен:

Знать:

– особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах;

– методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках;

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

Уметь:

– следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках;

– работать с оригинальной литературой по специальности;

Владеть:

– навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках;

– навыками критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках;

– различными методами, технологиями и типами коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках.

3. Краткое содержание дисциплины:

Введение. Предмет и роль иностранного языка. Краткие исторические сведения об изучаемом языке. Задачи и место курса в подготовке магистра техники и технологии.

Модуль 1. Грамматические трудности изучаемого языка:

Личные, притяжательные и прочие местоимения. Спряжение глагола-связки. Порядок слов в предложении.

Модуль 2. Чтение тематических текстов: Введение в специальность. Д.И. Менделеев. РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Модуль 3. Практика устной речи по темам: «Говорим о себе», «В городе», «Район, где я живу». Монологическая речь по теме «о себе».

Модуль 4. Грамматические трудности изучаемого языка:

Инфинитив. Видовременные формы глаголов.

Модуль 5. Изучающее чтение научно-популярных текстов по выбранной специальности.

Лексические особенности текстов научно-технической направленности. Терминология научно-технической литературы на изучаемом языке.

Модуль 6. Практика устной речи по теме «Студенческая жизнь».

Модуль 7. Грамматические трудности изучаемого языка:

Причастия. Сослагательное наклонение. Типы условных предложений.

Модуль 8. Изучающее чтение текстов по специальности.

Модуль 9. Устный обмен информацией: Устные контакты в ситуациях повседневного общения. Обсуждение проблем страноведческого, общенаучного и общетехнического характера. Установление и поддержание контакта.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах	Семестр	
			1	2
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144	72	72
Аудиторные занятия:	0,9	32	16	16
Лекции (Лек)	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	16	16

Самостоятельная работа (СР):	2,1	76	54	20
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (перевод научно-технических текстов)	2,1	76	54	20
Вид контроля: зачет / экзамен	1	36 экзамен	– зачет	36 экзамен

Аннотация рабочей программы дисциплины «Моделирование технологических и природных систем (многомасштабное моделирование)» (Б1.Б3)
Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 ЗЕ (180 час.).

1. Цель дисциплины «Моделирование технологических и природных систем (многомасштабное компьютерное моделирование)»

Цель курса – 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 CFD-моделирования.

2. Краткое содержание дисциплины:

В курсе рассматриваются вопросы, связанные с математическим моделированием несжимаемых и сжимаемых течений реальных и идеальных жидкостей, явлений тепло- и массопереноса. Изучаются методы решения уравнений математических моделей гидродинамики, тепло- и массопереноса.

Для моделирования турбулентных течений рассматриваются три современных подхода: прямое численное моделирование, подход RANS на основе осреднения по времени, моделирование крупных вихрей (LES), возникающих в турбулентных течениях. Изучается ряд моделей для описания развитой турбулентности. Отдельное внимание уделяется корректному моделированию/разрешению пограничного слоя.

Для решений уравнений математических моделей гидродинамики, тепло- и массопереноса рассматриваются два подхода: метод конечных разностей и метод конечных объемов. Оба подхода разбираются на примерах систем уравнений, реально используемых при математическом моделировании задач химической технологии, аэродинамики (например, распространение примеси диффузией, обтекания преграды при различных скоростях набегающего потока, CVD-осаждение полупроводниковых материалов).

При изучении метода разностных схем рассматриваются вопросы, связанные с порядком аппроксимацией уравнений, устойчивостью разностных схем. Обучающимся показываются преимущества оригинальной Z-схемы для решения уравнения в частных производных 1^{го} порядка, созданной автором данного курса.

Производится изучение метода конечных объемов, часть предлагаемых обучающимся задач позволяет самостоятельную программную реализацию метода, другая часть задач предполагает решение в CFD-приложениях с изучением всех этапов решения задачи от построения геометрии и сетки до постпроцессинга, визуализации и интерпретации полученных результатов.

Также часть курса посвящена моделированию процессов, протекающих на наноуровне, методом Монте-Карло и методом молекулярной динамики. Слушатели получают опыт исследования динамических систем с реакцией и диффузией на наноуровне с переходом к макроуровню.

3. В результате изучения дисциплины магистрант должен

Знать:

Основные уравнения механики сплошных сред и механики гетерогенных сред, уравнения для описания аномальной диффузии, k-ε, k-ω, k-ω SST, SA модели турбулентности, область применимости каждой модели в зависимости от геометрии расчетной области; LES-модель Смагоринского, границы применимости и основы DNS, RANS, LES подходов для описания гидродинамики сплошных сред, 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 и 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, в

том числе – с использованием суперкомпьютерной техники; 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:

Написанием собственных компьютерных программ, решающих методом конечных разностей одномерные и двумерные задачи гидродинамики и процессов переноса, а также реализующих модель стохастического марковского процесса с диффузией и реакцией; средствами построения моделей методами молекулярной динамики (с использованием пакета Moldy); средствами построения двумерных и трехмерных геометрических моделей ANSYS® DesignModeler®, конечно-объемных расчетных сеток тетраэдрического и гексаэдрического типов ANSYS® Meshing®, проведения вычислительного эксперимента и решения стационарных и нестационарных задач гидродинамики, в том числе – с развитой турбулентностью, и сопряженных задач в программном комплексе ANSYS® FLUENT®, методикой оценка качества сетки и величины y^+ : функционалом ANSYS® Workbench® для проведения автоматизированных научных расчетов и решения задач оптимизации в технологических задачах.

4. Перечень проводимых лабораторных работ

1. Решение двумерной гидродинамической задачи в переменных "функция тока"- "вихрь" (DNS моделирование с разработкой собственного программного модуля).
2. Моделирование диффузии примеси в трубчатом реакторе (с разработкой программного модуля).
3. Решение уравнения баланса числа частиц (с разработкой программного модуля).
4. Сравнение транспортных свойств разностной схемы "левый уголок" и "z-схемы" (с разработкой программного модуля).
5. Решение уравнения с дробной по порядку производной для моделирования массопереноса во фрактальных средах (с разработкой программного модуля).
6. Нахождение профиля установившегося течения методом конечных объемов (с разработкой программного модуля).
7. Моделирование обтекания аэродинамической помехи в турбулентном режиме с помощью RANS-моделей (с использованием пакета ANSYS).

8. Моделирование обтекания аэродинамической помехи в турбулентном режиме с помощью LES-подхода (с использованием пакета ANSYS).

9. Моделирование ламинарного обтекания аэродинамической помехи (с использованием пакета ANSYS).

10. Моделирование осаждения полупроводниковых материалов из газовой фазы (с использованием пакета ANSYS).

11. CFD-оптимизация конструкции химического реактора для минимизации концентрационных градиентов в зоне реакции (с использованием пакета ANSYS).

12. Моделирование системы «реакции-диффузия» методом Монте-Карло.

13. Моделирование массопереноса методами молекулярной динамики (с использованием пакета молекулярной динамики MOLDY).

5. Перечень вопросов к экзамену по курсу

1. Уравнения сохранения массы, импульса, энергии для сплошной среды.

2. Приведение уравнений Навье – Стокса к уравнениям для вихря и функции тока для двумерного случая.

3. Методы решения уравнений вихря и функции тока для сплошной среды.

4. Получение тензора напряжений и тензора вязких напряжений для сплошной среды.

5. Вывод критериев подобия: Рейнольдса, Пекле, Прандтля, Нуссельта.

6. Подход RANS, понятие тензора турбулентных напряжений.

7. k-ε модель турбулентности.

8. LES – подход к моделированию турбулентности.

9. Законы сохранения массы, импульса и энергии для гетерогенных сред.

10. Z-схема для решения уравнений в частных производных 1^{го} порядка.

11. Уравнение с дробной производной для аномальной диффузии. Численный метод решения уравнения с дробной производной по времени.

12. Приведение дифференциальных уравнений к форме, удобной для использования метода конечных объемов (на примере).

13. Метод конечных объемов для решения уравнений теплопроводности для равномерной сетки. Сравнение с разностной схемой.

14. Этапы решения гидродинамических задач в ANSYS CFD, последовательность решения в ANSYS FLUENT. Использование пристеночных функций.

15. Типы расчетных сеток. Построение ортогональных сеток C, O, H-типа. Построение сеток в ANSYS Meshing.

16. Построение геометрии в ANSYS Design Modeler: режимы Sketching, Modeling, параметризация модели, части модели и геометрические тела.

17. Марковский процесс эволюции. Основное кинетическое уравнение.

18. Микроскопическая стохастическая модель химической реакции.

19. Динамический алгоритм Монте-Карло с реальным течением времени.

20. Микроскопическая модель реакции Лотки. Алгоритм Монте-Карло ее реализации.

21. Этапы решения задач для моделирования на наноуровне с применением пакета молекулярной динамики MOLDY.

6. Компетенции, которыми должен владеть магистрант в результате освоения курса

ОПК-4; ПК-1, 2, 6, 7, 9, 10

Виды учебной работы: лекции, лабораторные занятия.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.

Учебная программа дисциплины составлена заведующим кафедры информационных компьютерных технологий Кольцовой Э.М. и ведущим программистом Митричевым И.И.

Аннотация рабочей программы «Дополнительные главы математики» (Б1.Б4)

Дисциплина «Дополнительные главы математики» предназначена для подготовки магистрантов по направлению подготовки 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии магистерской программе «Информационные системы для проектирования энерго- и ресурсосберегающих производств».

1. Цель дисциплины – формирование у студентов системы основных понятий из разделов дискретной математики, используемых для построения важнейших математических моделей, и математических методов для описания различных процессов.

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

Знать:

– роль дискретной математики при разработке и эксплуатации химико-технологических систем;

– элементы теории множеств и алгебраические структуры, бинарные отношения, отношения эквивалентности и порядка, представление n-арных отношений бинарными;

– элементы теории графов, виды графов, матрицы смежности и инцидентности, унарные и бинарные операции над графами, компоненты связности, алгоритмы вычисления связности;

– исчисление высказываний, символы, выражения, формулы, аксиомы, логический вывод; полноту, непротиворечивость и независимость аксиом;

– исчисление предикатов, переменные функции, термы, предикаты, кванторы, формулы; аксиомы и правила вывода исчисления предикатов;

– конечные автоматы, понятие автоматного преобразования информации и конечного автомата; способы задания автоматов; формализацию понятия алгоритма и формальные модели алгоритмов.

Уметь:

– использовать элементы теории множеств и алгебраических структур для формализованного построения математических моделей химико-технологических процессов;

– использовать элементы теории графов для топологических описаний химико-технологических процессов;

– использовать методы математической логики: исчисления предикатов и исчисления высказываний для формализованного представления задач химической технологии;

– использовать алгоритмы конечных автоматов и аппарат математической логики в задачах практической информатики.

Владеть:

– методами решения задач с использованием теории множеств и алгебраических структур;

– способами построения графов, операциями над графами, алгоритмами поиска на графах;

– способами решения математических задач с использованием алгоритмов логического вывода на основе исчисления высказываниями и исчисления предикатов;

– математическим аппаратом конечных автоматов, машин Тьюринга-Поста для решения технических и технологических задач.

3. Краткое содержание дисциплины:

Введение. Роль дискретной математики при разработке и эксплуатации химико-технологических систем

Модуль 1. Элементы теории множеств и алгебраические структуры.

Введение в дискретную математику. Роль дискретной математики при разработке и эксплуатации химико-технологических систем. Множества, отношения и функции. Задание множеств и осуществление операций над ними. Способы задания. Операции объединения, пересечения, разности, дополнения и декартова произведения. Аксиоматика теории множеств. Алгебра Кантора. Минимизация представлений множеств. Диаграммы Эйлера-Венна. Бинарные отношения. Способы задания бинарных отношений. Свойства бинарных отношений. Разбиения. Отношения эквивалентности и порядка. Представление n -арных отношений бинарными. Алгебра отношений. Функции. Инъекция, сюръекция и биекция. Алгебраические структуры. Полугруппы. Моноиды. Группы. Подгруппы. Циклические группы. Группы подстановок. Изоморфизм групп. Смежные классы по подгруппе. Нормальные делители. Фактор-группы. Кольца: определения, свойства, примеры. Поля.

Модуль 2. Элементы теории графов.

Графы. Задание и характеристики графов. Виды графов. Подграфы. Матрицы смежности и инцидентности. Степени вершин. Маршруты Цепи. Циклы. Расстояние между вершинами. Диаметр и радиус графа. Унарные и бинарные операции над графами. Дополнение графа. Удаление и добавление вершин. Удаление и добавление ребер. Отождествление вершин. Расщепление вершин. Объединение графов. Пересечение графов. Компоненты связности. Мосты. Вершинная и реберная связность. Связность ориентированных графов. Алгоритм вычисления связности. Внутренняя устойчивость. Вершинное число независимости. Реберное число независимости. Вершинное и реберное покрытие графа. Внешняя устойчивость. Вершинное и реберное число внешней устойчивости. Циклы и разрезы. Эйлеровы циклы. Гамильтоновы циклы. Планарность и укладка графов. Грани плоского графа. Раскраска графов. Хроматическое число. Гипотеза четырех красок. Деревья. Определения. Свойства. Теорема Кэли. Фундаментальная система циклов. Остов наименьшего веса. Упорядоченные деревья. Бинарные деревья. Деревья сортировки. Алгоритм поиска в дереве сортировки.

Модуль 3. Исчисление высказываний.

Введение в математическую логику. Краткие сведения из истории математической логики. Роль математической логики при разработке и эксплуатации химико-технологических систем. Формальные аксиоматические системы. Символы, выражения, формулы, аксиомы. Правило вывода, непосредственное следствие, вывод, теорема. Логика высказываний. Логический вывод. Аксиомы. Правило *modus ponens*. Теорема дедукции и правило силлогизма. Полнота и непротиворечивость. Независимость аксиом.

Разрешимость теории. Другие аксиоматизации. Проверка выводимости с помощью истинностных таблиц. Секвенции Генцена. Модель миров Крипке. Метод резолюций Робинсона. Метод клауз Вонга. Обратный метод Маслова (благоприятных наборов).

Модуль 4. Исчисление предикатов.

Логика предикатов. Автоматизация логического вывода. Переменные, функции, термы, предикаты, кванторы, формулы. Область действия квантора. Свободные и связанные переменные. Интерпретации, равносильность. Распознавание общезначимости. Проблема разрешимости. Аксиомы и правила вывода исчисления предикатов. Теорема дедукции. Непротиворечивость и полнота. Вынесение кванторов и предваренная нормальная форма. Скулемовские стандартные формы. Эрбрановский универсум и теорема Эрбрана. Подстановка и унификация. Метод резолюций и его полнота. Стратегии метода резолюций. Дизъюнкты Хорна. Принцип логического программирования.

Модуль 5. Конечные автоматы, машины Тьюринга-Поста, сложность вычислений.

Элементы теории автоматов. Понятие автоматного преобразования информации и конечного автомата. Способы задания автоматов. Автоматы Мили и Мура. Программная и аппаратная реализация автоматов. Эквивалентность и минимизация автоматов. Машины Тьюринга-Поста. Формализация понятия алгоритма и формальные модели алгоритмов. Машина Тьюринга: определения, свойства, графы переходов. Машина Поста. Программы для машин. Проблема распознавания. Проблема остановки. Алгоритмически неразрешимые проблемы. Сложность алгоритмов. Меры сложности. Временная и емкостная сложность. Асимптотическая сложность, порядок сложности, сложность в среднем и в худшем случае. Трудноразрешимые задачи. Недетерминированная машина Тьюринга. Классы P и NP. NP-полные задачи. NP-полнота проблемы выполнимости формул логики высказываний. Обзор приложений математической логики. Направления использования аппарата математической логики в задачах практической информатики. Спецификация и верификация программно-аппаратных проектов, логическое программирование, построение онтологий, языки общения интеллектуальных агентов.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144
Аудиторные занятия:	1,3	48

Лекции (Лек)	0,4	16
Практические занятия (ПЗ) (семинар)	0,9	32
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,7	96
Подготовка к практическим занятиям	0,5	16
Подготовка к контрольным работам	0,6	20
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,6	60
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой

Аннотация рабочей программы дисциплины «Информационные технологии в образовании» (Б1.Б5)

Аннотация рабочей программы дисциплины «Информационные технологии в образовании» (Б1.Б5)

1. Цели дисциплины – Формирование системы компетенций в области использования современных информационных технологий в научно-исследовательской и образовательной деятельности. Владение современными средствами подготовки, систематизации, анализа и представления научных данных, изучение современных информационных и коммуникационных образовательных технологий, формирование практических навыков использования научных и образовательных ресурсов Internet в профессиональной деятельности.

В результате изучения дисциплины магистрант должен: обладать способностью совершенствоваться и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, получать знания в области современных проблем науки, техники и технологии, гуманитарных, социальных и экономических наук (ОК-4)/

2. В результате изучения дисциплины магистрант должен:

Знать:

- принципы организации научных баз данных,
- назначение наиболее распространенных средств автоматизации информационной деятельности

Уметь:

- пользоваться научными и образовательными ресурсами Интернет,
- организовать работу в формате вебинара
- организовать совместную обработку, хранение информации а так же контроль версий информационного продукта

Владеть:

- эффективной организации индивидуального информационного пространства;
- автоматизации коммуникационной деятельности;
- эффективного применения информационных образовательных ресурсов в учебной деятельности.

3. Краткое содержание дисциплины:

Основные направления использования компьютерных технологий в научных исследованиях и образовании. Новые информационные технологии в образовании. Информатизация образования. Информационные технологии, применяемые в процессе обучения. Средства новых информационных технологий, их виды, применение. Обзор информационных технологий, используемых для обработки и оформления результатов научных исследований. Организация научно-исследовательской работы. Учебные электронные издания. Законодательная и нормативная база. Дидактические особенности УЭИ. Структурирование УЭИ. Технологии реализации интерактивных элементов. Поиск информации на WWW-серверах. Основные правила составления запросов. Библиографические системы. Информационные ресурсы для университетов и учреждений образования в сети Интернет. Использование баз данных ВИНТИ, РГБ, ГПНТБ. Использование сервисов научной электронной библиотеки eLibrary (индекс хирша цитирования). Карта российской науки. Поиска патетной информации. Киберленинка.

Интернет как технология и информационный ресурс.

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

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144
Аудиторные занятия:	1,3	48
Лекции (Лек)	0,4	16
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лаборатория	0,9	32
Самостоятельная работа (СР):	2,7	96
Курсовая работа		
Реферат		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		
Вид контроля: зачет / экзамен		зачет

4.4.2. Дисциплины вариативной части (вариативная часть)

Аннотации программ дисциплин

Аннотация программы дисциплины «Виртуализация и облачные

вычисления»

(Б1.В.ОД.3)

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 ЗЕ (144 час.).

Цель дисциплины:

подготовка магистра для овладения основными понятиями и концепциями теории облачных вычислений.

Задачи дисциплины:

- изучение теории актуальных технологий облачных вычислений;
- получение практических знаний в области построения информационных систем с использованием облачных технологий;
- адаптация прикладных задач для использования в системах облачных вычислений.

Основные дидактические единицы (разделы):

Введение. Основы технологий виртуализации. Множество различных программных и аппаратных средств, обеспечивающих работу систем виртуализации.

Модели обслуживания и веб-сервисы.

Программное обеспечение как услуга. Платформа как услуга. Инфраструктура как услуга. Коммуникаций как услуга. Аппаратное обеспечение как услуга. Рабочее место как услуга. Данные как услуга. Безопасность как услуга.

Модели развёртывания. Частное облако. Публичное облако. Гибридное облако. Общественное облако.

Ознакомление с популярными коммерческими реализациями облачных сервисов: Amazon Elastic Compute Cloud, Microsoft Azure, Google Apps. Обзор и практическое знакомство с открытыми реализациями Облачных систем: Eucalyptus, Nimbus, OpenNebula.

После изучения дисциплины «Виртуализация и облачные вычисления» магистр должен:

знать:

теоретические основы и технологии облачных вычислений, систем, основанных на облачных технологиях;

уметь:

адаптировать прикладные задачи для решения с использованием облачных вычислений; разворачивать и настраивать открытые облачные системы;

владеть:

подходами и инструментальными средствами решения задач облачных вычислений.

В ходе изучения дисциплины магистр освоит следующие компетенции: ОК-1; ОПК-3; ПК- 6, 7, 12.

Виды учебной работы: лекции, лабораторные и практические занятия.

Изучение дисциплины заканчивается диф. зачетом.

Учебная программа дисциплины составлена ассистентом кафедры информационных компьютерных технологий Папаевым П.Л.

Аннотация программы дисциплины
«Теория принятия оптимальных решений»
(Б1.В.ОД.4)

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 6 ЗЕ (216 час.).

Цель дисциплины:

Раскрытие основных понятий, концепций, принципов методов и алгоритмов теории принятия оптимальных решений

Задачи дисциплины:

Изучение теории принятия оптимальных решений. Получение практических знаний в области построения информационных систем для проектирования ресурсосберегающих химических производств на основе методов принятия оптимальных решений. Адаптация прикладных задач для использования алгоритмов теории принятия оптимальных решений для автоматизированного проектирования ресурсосберегающих химических производств в среде **Mathlab** и UniSim Design, с целью моделирования и проектирования сложных энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем. Поддержка анализа работы с проектами ресурсосберегающих химико-технологических систем в среде Excel и AutoCAD.

Основные дидактические единицы (разделы):

1. Введение

Основные понятия и определения теории оптимизации химико-технологических систем. Классификация методов оптимизации ХТС. Основные этапы оптимизации ресурсосберегающих химико-технологических систем (РХТС). Общий анализ задачи оптимизации. Составление математической модели ХТС. Выбор оптимизирующих параметров. Определение критерия оптимизации. Глобальный и локальные критерии оптимизации. Эффективность технологических ресурсосберегающих процессов нефтепереработки и нефтехимии. Показатели эффективности функционирования

современных ресурсосберегающих химических производств. Технологические и экономические критерии оптимизации. Эксергетический и информационно-термодинамические критерии эффективности ресурсосберегающих ХТС. Организация оптимальной стратегии решения задач проектирования ресурсосберегающих ХТС. Выбор метода решения задач проектирования и оптимальный расчет.

Взаимосвязь химической отрасли, экологии и термодинамики.

2. Нелинейное программирование

2.1. Условия экстремума функции. Общая задача нелинейного программирования. Основные понятия, положения, определения и терминология. Необходимые и достаточные условия безусловного и условного экстремума.

2.2. Численные методы поиска безусловного экстремума.

2.2.1. Методы нулевого порядка.

2.2.1.1. Однопараметрическая оптимизация.

Постановка задачи и стратегия поиска. Эффективные методы одномерной безусловной оптимизации.

2.2.1.2. Многопараметрическая оптимизация.

Характеристика детерминированных прямых методов поиска, преимущества и недостатки. Многопараметрические методы нулевого порядка. Метод Хука–Дживса (метод конфигураций). Метод Нелдера-Мида (поиск по деформируемому многограннику). Метод Розенброка. Метод сопряженных направлений Пауэлла.

2.2.1.3. Методы случайного поиска.

Адаптивный метод. Метод с возвратом при неудачном шаге. Метод наилучшей пробы.

2.2.2. Методы безусловной оптимизации, использующие производные.

Общая характеристика методов первого и второго порядка, преимущества и недостатки.

2.2.2.1. Методы первого порядка (градиентные методы).

Метод покоординатного спуска. Метод градиентного спуска с постоянным и переменным шагом. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженного градиента Флетчера-Ривса. Методы переменной метрики. Метод Девидона-Флетчера-Пауэлла (ДФП).

2.2.2.2. Методы второго порядка

Метод Ньютона. Метод Марквардта.

2.3. Численные методы оптимизации при наличии ограничений.

Принципы построения численных методов поиска условного экстремума.

2.3.1. Методы последовательной безусловной оптимизацию.

Метод штрафных функций. Метод барьерных функций. Комбинированный метод штрафных функций. Метод множителей.

2.3.2. Методы возможных направлений.

Проективные методы. Метод проекции градиента Розена. Метод скользящего допуска. Метод обобщенного приведенного градиента (МОПГ). Метод Зойтендейка.

3. Задачи линейного программирования

3.1. Методы решения задач линейного программирования.

Симплекс-метод Данцинга, решение канонической и основной задачи.

3.2. Методы решения задач линейного целочисленного программирования.

Метод ветвей и границ. Метод Гомори.

4. Динамическое программирование

Постановка задач оптимального управления и методы их решения. Динамическое программирование Беллмана. Классические задачи динамического программирования. Алгоритмы: построение и анализ. Решение задачи оптимального управления методом сведения к задаче нелинейного управления.

5. Многокритериальная оптимизация

5.1. Постановка задачи многокритериальной оптимизации. Множество Парето.

5.2. Методы решения задач многокритериальной оптимизации. Метод весовых множителей. Метод эpsilon-ограничений. Метод справедливого компромисса. Метод приближения к идеальному решению. Метод последовательных уступок.

6. Декомпозиционные методы оптимизации

6.1. Прямые декомпозиционные методы. Метод закрепления переменных. Метод “цен”.

6.2. Декомпозиционные методы на основе необходимых условий оптимальности. “Реализуемый” метод. “Нереализуемый” метод.

7. Методы структурной оптимизации

Прямой метод. Метод ПОС.

8. Организация оптимальной стратегии оптимизации ХТС.

Оптимальная стратегия оптимизации сложной системы. Принципы агрегатирования и декомпозиции при оптимизации систем. Агрегатирование систем в динамическом программировании. Агрегатирование при построении математических моделей. Принцип декомпозиции систем. Математическая и технологическая декомпозиция. Декомпозиция системы на основе информационно - потокового мультиграфа (ИПМГ). Метод декомпозиции Данцинга – Вольфа.

9. Принятие решений в условиях неопределенности

Теоретические определения: решение, определенность, риск, неопределенность. Решения, принимаемые в условиях определенности, риска и неопределенности. Модели, правила и методы принятия оптимальных решений.

10. Эффективность энерго- и ресурсосберегающих процессов химической отрасли промышленности

10.1. Общая характеристика химического и нефтехимического комплекса. Энергетические потери в химической промышленности. Основные сырьевые ресурсы. Эффективное использование высококачественных ресурсов и пути достижения устойчивого развития. Эффективность технологических процессов химической технологии, нефтепереработки и нефтехимии на примере процесса первичной перегонки нефти, процессов каталитического риформинга; производства низших олефинов пиролизом углеводородов и производства стирола.

10.2. Оценка эффективности процессов на примере производства аммиака. Основные технологические процессы производства аммиака. Функциональная схема производства аммиака. Аппаратурно-технологическая реализация процессов. Промышленные схемы производства аммиака. Конверсия углеводородов и особенности построения промышленных технологических схем. Оценка их эффективности. Схемы с парокислородно-воздушной, парокислородной и высокотемпературной конверсией метана. Схемы с двухступенчатой конверсией. Определение минимальных затрат сырья и энергии при производстве аммиака. Интеграция процессов синтеза аммиака с производством метанола. Постадийный анализ технологических схем. Эксергетический КПД технологических стадий. Изменение коэффициента целевого использования эксергии по технологическим стадиям. Роль энергетики в повышении производства аммиака и метанола. Эксергетический КПД ресурсосберегающей системы. Оптимальный расход топлива в энерготехнологических ресурсосберегающих схемах. Термодинамический анализ энерготехнологического агрегата.

Анализ и расчеты производятся в среде **Mathlab** и с помощью моделирующей программы UniSim Design. Рассматриваются вопросы поддержки анализа работы с проектами ресурсосберегающих химико-технологических систем в среде Excel и AutoCAD.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

теоретические основы, принципы и методы «Теория принятия оптимальных решений»; критерии анализа устойчивости и ресурсосбережения в химической и нефтехимической отрасли; критерии оценки эффективности функционирования ресурсосберегающих химических предприятий; о достижениях основных отечественных, зарубежных и международных проектных и научных организаций, работающих в области создания ресурсосберегающих химико-технологических систем.

Уметь:

воспроизводить знания теории принятия оптимальных решений для практической реализации, адаптировать прикладные задачи для решения, разрабатывать методы решения нестандартных задач и новые методы решения традиционных задач при автоматизированном проектировании химических производств с использованием принципов и методов теории принятия оптимальных решений; проводить термодинамический анализ химических, нефтехимических и биотехнологических промышленных производств; производить расчет КПД производств и определять минимально необходимые затраты сырья и энергии; - проводить анализ и оценку альтернативных вариантов технологической схемы производства.

Владеть:

принципами, методами, подходами, инструментальными средствами и их применением для решения практических задач принятия оптимальных решений для проектирования ресурсосберегающих химических производств.

Изучение дисциплины направлено на формирование и развитие **следующих общекультурных и профессиональных компетенций:** ОК-1-2, 3, ПК-6, 7, 8, 9, 10,12,14-15

Виды учебной работы: лекции, практические занятия.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.

Учебная программа дисциплины составлена старшим преподавателем кафедры информационных компьютерных технологий Приходько В.Н.

Аннотация программы дисциплины

«Методы термодинамики и нелинейной динамики в химии»

(Б1.В.ДВ.1)

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 6 ЗЕ (216 час.).

Цель дисциплины:

Подготовка магистра для овладения знаниями в области термодинамики необратимых процессов и нелинейной динамики применительно к нелинейным физико-химическим процессам (химической технологии), протекающим в сплошных и гетерогенных средах.

Задачи дисциплины:

- ознакомление с методами термодинамики необратимых процессов;
- ознакомление с получением зависимостей для структур движущих сил и потоков на основе термодинамического анализа для явлений и процессов, протекающих в сплошных и гетерогенных средах;
- ознакомление с современным математическим аппаратом для исследования процессов с нелинейной динамикой для химико-технологических систем.

Основные разделы дисциплины:

1. Введение.

Методы описания детерминированных и случайных процессов. Синергетический подход для описания нелинейных систем. Методы описания открытых физико-химических систем удаленных от равновесия. Примеры возникновения пространственных, временных и пространственно-временных структур. Неравновесная термодинамика и нелинейная динамика как разделы синергетики, позволяющие понять природу и направление эволюции неравновесных систем. Структура курса. Краткий исторический обзор.

2. Диссипативная функция многофазной гетерогенной среды

Многофазная гетерогенная среда как физическая модель для описания процессов ректификации, кристаллизации, адсорбции, гетерогенного катализа и пр. Понятия сплошной фазы, дисперсной r -фазы, функции распределения включений по размерам, средней плотности фаз. Уравнения сохранения массы, импульса, энергии для сплошной фазы и r -фазы. Вывод выражения для изменения энтропии открытой системы. Структура данного выражения. Понятия производства энтропии, термодинамических движущих сил и термодинамических потоков. Классификация потоков и сил по тензорной размерности. Примеры движущих сил, действующих в многофазной гетерогенной среде. Структура движущей силы массоотдачи с учётом синергетического эффекта. Влияние данного эффекта на возникновение колебаний в процессе кристаллизации веществ с высокими тепловыми эффектами.

3. Термодинамика линейных необратимых систем

Понятие линейной неравновесной системы. Соотношения взаимности Онзагера. Принцип симметрии феноменологических коэффициентов. Принцип Кюри. Явление

термодиффузии и диффузионный термоэффект. Стационарные неравновесные состояния. Понятие устойчивости стационарного состояния. Понятие функции Ляпунова. Метод функций Ляпунова для доказательства устойчивости стационарных состояний. Теорема Пригожина о минимуме производства энтропии как критерий эволюции линейных систем. Доказательство теоремы Пригожина. Примеры решения технологических задач с использованием теоремы Пригожина (определение диаметра включения, устойчивого к дроблению; определение порозности слоя в кристаллизаторе со взвешенным слоем).

4. Термодинамика нелинейных необратимых систем

Понятие нелинейной неравновесной системы. Проблемы исследования нелинейных систем. Вторая вариация энтропии многофазной гетерогенной среды как термодинамическая функция Ляпунова для систем вдали от равновесия. Производная второй вариации энтропии. Понятие избыточного производства энтропии. Термодинамический анализ (методика выявления причин потери устойчивости в системах). Производная второй вариации энтропии для емкостного проточного реактора смешения (методика вывода). Анализ данного выражения для реакций различного типа: прямой необратимой реакции, автокаталитической реакции, сложных реакционных схем. Методика определения размеров реактора и технологических параметров реакционного процесса для поддержания устойчивого теплового и концентрационного режима в реакторе. Реакционные схемы Белоусова–Жаботинского и Бриггса–Раушера. Осцилляторы в реакторах с рециклами. Осцилляторы при кристаллизации малорастворимых веществ. Классификация колебательных процессов в химии.

5. Элементы качественной теории дифференциальных уравнений

Понятия фазового портрета, неподвижной точки, фазовой траектории. Типы неподвижных точек в одномерном и двумерном фазовом пространстве. Устойчивость неподвижных точек. Первый метод Ляпунова для определения типа неподвижной точки линейной системы. Классификация неподвижных точек на плоскости. Определение типа неподвижных точек для систем n -го порядка. Необходимый признак асимптотической устойчивости линейных систем (критерий Раусса–Гурвица). Понятие качественной эквивалентности систем. Проблемы исследования нелинейных систем. Теорема о линеаризации. Методика линеаризации нелинейных систем. Пример Пуанкаре. Понятие предельного цикла. Типы предельных циклов. Теорема Пуанкаре. Методика определения предельного цикла в полярных координатах. Понятие структурной устойчивости колебаний. Колебания в моделях взаимодействия биологических видов по типу “хищник–жертва”.

6. Элементы бифуркационного анализа

Понятия бифуркации, точки бифуркации. Бифуркация типа седло–узел. Бифуркация Андронова–Хопфа. Модель "брюсселятор", как пример реакционной схемы, демонстрирующей бифуркацию Андронова–Хопфа. Пространственная самоорганизация. Бифуркация рождения двумерного тора из предельного цикла в трёхмерном фазовом пространстве. Методы исследования физико-химических систем с понижением их размерности: параметры порядка и принцип подчинения; метод сечений Пуанкаре.

7. Элементы теории хаоса

Понятие странного аттрактора. Странный аттрактор Лоренца (сценарий образования). Колебания в режиме странного аттрактора в реакторе с рециклом в процессе получения фосфорной кислоты. Порядок и хаос в одномерных отображениях. Дискретная модель для описания популяции бактерий. Неподвижные точки одномерного отображения и методика определения их устойчивости. Бифуркация удвоения периода. Теория универсальности Фейгенбаума. Сценарий образования странного аттрактора в модели Рёслера. Алгоритм управления хаосом с обратной пропорциональной связью. Алгоритм управления хаосом без обратной пропорциональной связи. Показатели Ляпунова. Влияние неопределённости начальных условий на поведение динамических систем. Методика определения показателей Ляпунова. Связь показателей Ляпунова с типами аттракторов.

8. Использование методов нелинейной динамики для проектирования химических производств с нелинейными объектами

Синергетический подход для описания последовательности этапов исследования на основе методов нелинейной динамики для проектирования химических производств с нелинейными объектами.

Дисциплина дает возможность овладеть **следующими компетенциями**: ОК-1, 3; ОПК-4; ПК-1, 4, 6, 11.

После изучения дисциплины «Методы термодинамики и нелинейной динамики в химии» магистр должен

знать:

- методы исследования необратимых процессов: метод термодинамических функций Ляпунова (построенных вблизи и вдали от равновесия); вариационный принцип минимума производства энтропии;
- методы построения структур движущих сил и потоков процессов, протекающих в гетерогенных средах;

– математические методы исследования нелинейных сложных физико-химических систем, гетерогенных сред (элементы качественной теории дифференциальных уравнений, бифуркационного анализа, теории хаоса).

уметь:

– применять на практике термодинамический подход для построения структур и движущих сил новых изучаемых явлений;

– применять на практике методы нелинейной динамики для изучения сложных нелинейных физико-химических систем.

Виды учебной работы: лекции, лабораторные и практические занятия.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.

Учебная программа дисциплины составлена заведующим кафедрой информационных компьютерных технологий Кольцовой Э.М.

Аннотация программы дисциплины

«Проектирование систем в AutoCAD»

(Б1.В.ДВ.1)

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 6 ЗЕ (216 час.).

1. Цели и задачи дисциплины

Целью курса является обучение 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 трех-мерной печати.

Задача изучения дисциплины сводится к: усвоению студентами моделирования и визуализации геометрических объектов в среде проектирования Autodesk AutoCAD; изучению студентами языка программирования AutoLISP и практического его применения для программирования и упрощения работы в среде AutoCAD, обучению работы с 3-D принтером.

Цели и задачи курса достигаются с помощью:

- Ознакомления с основными принципами функционирования современных автоматизированных систем проектирования;
- Ознакомления с современными средствами моделирования и визуализации геометрических объектов;

- Приобретение навыков работы в системе проектирования AutoCAD;
- Ознакомления с языком программирования AutoLISP;
- Формирование практических навыков программирования на языке AutoLISP в AutoCAD;
- Ознакомление с технологией 3- D печати;
- Формирование навыков в подготовке трех-мерного объекта для печати и его последующая печать на 3-D принтере.

Курс "Проектирование систем в AutoCAD " читается в 1-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. Компетенции магистра в области проектирования систем в AutoCAD

Изучение курса «Проектирование систем в AutoCAD» при подготовке магистров по направлению «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» направлено на приобретение следующих компетенций.

2.1. Общекультурные (ОК):

- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовность к саморазвитию, самореализации, использования творческого потенциала (ОК-3);

2.2. Общепрофессиональные (ОПК):

- способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);

2.3. Профессиональные (ПК):

- готовность к разработке мероприятий по энерго-и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке (ПК-7);
- готовность к разработке технических заданий на проектирование и изготовления нестандартного оборудования (ПК-8);
- способность использовать пакеты прикладных программ при выполнении проектных работ (ПК-23);

-- способность разрабатывать методические и нормативные документы, техническую документацию, а также предложения и мероприятия по реализации разработанных проектов и программ (ПК-24).

После изучения курса управления данными студент должен:

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;
- возможности использования языка AutoLISP для программирования в среде AutoCAD;
- современные технологии трехмерной печати;

уметь:

- применять современные пакеты прикладного программного обеспечения автоматизированного проектирования;
- Использовать возможности AutoLISP для реализации и модификации объектов в среде AutoCAD;

владеть:

- приемами геометрического описания проектируемого объекта;
- приемами формирования конструкторской документации в графических системах разных классов и типов;
- навыками программирования на языке AutoLISP;
- навыками подготовки и печати трех-мерных объектов к печати на 3-D принтере;

3. Содержание дисциплины

1. Геометрическое моделирование

[javascript:termInfo\(%22%D0%B3%D0%B5%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%22\)](javascript:termInfo(%22%D0%B3%D0%B5%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%22))

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. Рабочие пространства. Понятия: Обзорщик меню, Лента, Вкладка ленты, Панель. Понятия: Командная строка, Динамический ввод. Понятия: Строка меню, Панель инструментов. Переключатели режимов. Контекстные меню. Навигация по чертежу. Зумирование и панорамирование.

1.2. Создание и редактирование примитивов. Способы задания координат.

Понятия: простые и сложные примитивы. Основные примитивы AutoCAD: Отрезок, круг, дуга, эллипс, эллиптическая дуга. Прямоугольник, правильный многоугольник. Сплайн. Понятия: определяющие точки, управляющие вершины. Понятие объектной привязки в AutoCAD. Основные объектные привязки AutoCAD. Режим отслеживания объектной привязки. Основные принципы редактирования в системе. Основные команды редактирования. Настройка единиц измерения. Способы задания координат: Абсолютные координаты. Относительные координаты. Полярные координаты.

1.3. Свойства объектов. Слои. Размерные стили, текстовые стили. Штриховка.

Общие свойства объектов. Инструменты управления свойствами объектов.

Слои как основа работа в AutoCAD. Создание слоев и правила работы с ними. Современные инструменты управления слоями.

Основные и специальные размеры. Нанесение размеров. Создание разных размерных стилей согласно ЕСКД. Машиностроительный и Архитектурный стили.

Свойства размеров. Редактирование размеров.

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. Создание блоков. Создание библиотек. Работа с центром управления.

Блок. 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.

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.

Условное ветвление программ. Геометрические функции. Списки. Создание

пользовательских функций AutoLISP. Структура программ. Знакомство со средой VisualLISP. Использование среды VisualLISP для подготовки программ.

2.3. AutoLISP и объекты AutoCAD. Извлечение объектов из базы данных, модификация, обновление объектов. Образмеривание

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.

3. Дополнительные возможности

3.1. Параметрическое и имитационное программирование.

Создание объектов с изменяющимися в зависимости от заданных параметров свойствами. "Саможивущие" (имитационные) модели процессов.

3.2. Основы использования расширения языка AutoLISP для реализации технологии ActiveX в системе AutoCAD.

Основы технологии ActiveX Automation, реализующей принципы объектно-ориентированного программирования.

Интеграция программы AutoCAD с приложениями MS Office на основе COM-технологии. Анализ роли объектов ActiveX Automation: Application, Document, Range.

3.3. Работа в трехмерном AutoCAD.

Основы работы в 3D. Абсолютные и относительные декартовы координаты в трехмерных чертежах AutoCAD. Цилиндрические и сферические координаты.

Построение и редактирование 3D объектов. Построение тел выдавливания и тел вращения. Построение сечений и чертежей из 3D модели.

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

Понятие: пространства листа. Способы перехода из пространства модели в пространство листа и обратно. Средства работы с листами и их редактирование. Настройка параметров листов (Диспетчер параметров листов).

Создание видовых экранов и приемы работы с ними. Способы назначения видов в видовых экранах. Задание масштаба изображения и блокирование видовых экранов.

Особенности работы с размерами в пространстве модели и в пространстве листа.

Вывод чертежа на печать.

Взаимодействие с другими приложениями. Публикация в PDF

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.

Виды учебной работы: лекции, лабораторные и практические занятия.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.

Учебная программа дисциплины составлена доцентом кафедры информационных компьютерных технологий Василенко В.А.

Аннотация программы дисциплины «Системная и программная инженерия» (Б1.В.ДВ.2)

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 ЗЕ (144 час.).

Дисциплина «Системная и программная инженерия» является междисциплинарной. Базируется на вопросах разработки и управления в сложных инженерных проектах в течении всего жизненного цикла. Дисциплина является основой для понимания фундаментальных принципов, используемых при построении процессов сбора, передачи, накопления информации и технических и программных средств реализации информационных процессов.

Целью преподавания дисциплины является формирование общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, а также получение знаний студентами о методах, процессах и стандартах системной инженерии для их применения при анализе и проектировании информационных систем и технологий.

Задачами курса для достижения цели являются:

– освоении рабочих процессов, методов разработки и контроля, инструментов управления задачами и рисками в сложных инженерных проектах, в первую очередь, для программных проектов при разработке масштабных комплексных информационных систем;

– обучение студентов теоретическим основам современной разработки и использования возможностей вычислительной техники и программного обеспечения, овладение методами решения практических задач;

– приобретения навыков системной инженерии в самостоятельной профессиональной деятельности.

Курс «Системная и программная инженерия» читается в 2-м семестре и заканчивается зачетом. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Изучение курса «Системная и программная инженерия» при подготовке магистров направлено на приобретение следующих общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций: ОК-3, ОПК-5, ПК-9, ПК-15, ПК-17.

После изучения дисциплины «Системная и программная инженерия» студент должен:

знать:

- средства структурного анализа;
- методологию структурного системного анализа и проектирования;
- модели предметных областей информационных систем;
- модели бизнес-процессов;
- объектно-ориентированный подход;
- методы оценки бизнес-процессов;
- анализ структур информационных систем;
- методы управления проектом информационных систем;
- модели ERP, MRP, PLM;
- механизмы интеграции систем;

- методологии SSADM, CDM, Oracle, DATARUN Silverrun, Rational Unified Process;
- стандарты IDRF1, IDEF3, IDEF5;
- CASE-средства и их использования;
- методологию реинжиниринга;

уметь:

- разрабатывать модели предметных областей;
- руководить процессом проектирования информационных систем;
- применять на практике методы и средства проектирования информационных систем;
- оценивать качество проекта информационных систем;
- проводить исследования характеристик компонентов и информационных систем в целом;
- осуществлять контроль за разработкой проектной документации

владеть:

- методами анализа и синтеза информационных систем;
- методами проектирования информационных систем;
- средствами автоматизированного проектирования информационных систем;
- навыками составления инновационных проектов.

Содержание модулей дисциплины.

Введение.

Определение и принципы системной инженерии. История развития системной инженерии. Задачи становление системной инженерии в России. Образование в области системной инженерии.

Модуль 1. Понятия системного подхода и системной инженерии

1.1 Задачи системной инженерии и роль системного инженера.

Дисциплина системной инженерии, ее отличия от инженерии по специальностям и инженерного менеджмента. Роль системного инженера, отличия системного инженера от

проектного менеджера и инженеров по специальностям. Связь и отличия системной инженерии и программной инженерии, инженерии и исследований.

1.2 Системология и системная инженерия.

Системология как наука о системах. Сложные системы (аксиоматика). Большие системы (характеристики и свойства). Метод системного анализа. Конструктивный и дескриптивный подход в определении систем. Определения систем, внешняя среда, структура. Системная методология. Системная и программная инженерия.

1.3 Понятие жизненного цикла и стандарты системной инженерии

Понятие жизненного цикла. Уровни воплощения и разнообразие жизненных циклов, связь жизненных циклов разных уровней структуры вещества в составе системы. Основные формализмы представления жизненного цикла. Виды жизненных циклов: последовательный, инкрементальный, итерационный. Пошаговое выделение ресурсов (ICM).

Характеристика ISO 15288 (практики жизненного цикла системной инженерии), ISO 42010 (архитектурное описание), ISO 24744 (описание методов разработки), OMG ArchiMate (архитектурный язык для предприятий). Справочные данные, основанные на инженерных стандартах (онтологическая интеграция данных жизненного цикла в технологии ISO 15926).

Модуль 2. Методология системной инженерии и проектирование информационных систем

2.1 Методология структурного системного анализа и проектирования

Методология структурного и системного анализа и проектирования. Методологии структурного анализа Йодана/Де Марко и Гейна-Карсона. SADT – технология структурного анализа и проектирования. Методологии моделирования предметной области. Структурная модель предметной области. Объектная структура. Функциональная структура. Структура управления. Организационная структура. Функционально-ориентированные и объектно-ориентированные методологии описания предметной области. Функциональная методика IDEF. Функциональная методика потоков данных. Объектно-ориентированная методика. Сравнение существующих методик. Синтетическая методика.

2.2 Моделирование предметных областей информационных систем

Моделирование данных. Метод IDEF1. Отображение модели данных в инструментальном средстве ERwin. Интерфейс ERwin. Уровни отображения модели. Создание логической модели данных: уровни логической модели; сущности и атрибуты; связи; типы сущностей и иерархия наследования; ключи, нормализация данных; домены. Создание физической модели: уровни физической модели; таблицы; правила валидации и значение по умолчанию; индексы; триггеры и хранимые процедуры; проектирование хранилищ данных; вычисление размера БД; прямое и обратное проектирование. Генерация кода клиентской части с помощью ERwin: расширенные атрибуты; генерация кода в Visual Basic. Создание отчетов. Генерация словарей. Технологии применения онтологий.

2.3 Объектно-ориентированный подход

Диаграммы в UML. Классы и стереотипы классов. Ассоциативные классы. Основные элементы диаграмм взаимодействия — объекты, сообщения. Диаграммы состояний: начального состояния, конечного состояния, переходы. Вложенность состояний. Диаграммы внедрения: подсистемы, компоненты, связи. Стереотипы компонент. Диаграммы размещения.

2.4 Программная инженерия

Модели и процессы управления проектами. Системное проектирование программных средств. Технично-экономическое обоснование проектов программных средств. Разработка требований к программным средствам. Планирование жизненного цикла программных средств. Объектно-ориентированное проектирование программных средств. Управление ресурсами в жизненном цикле программных средств. Характеристики качества программных средств. Верификация, тестирование и оценивание корректности программных компонентов. Интеграция, квалификационное тестирование и испытания комплексов программ. Сопровождение и мониторинг программных средств.

Модуль 3. Практики системной инженерии

3.1 Моделеориентированная системная инженерия.

Описания и модели систем. Устранение коллизий (обоснования, интеграция данных) и порождающее («автоматическая разработка», трансформация моделей) проектирование и изготовление. Управление конфигурацией и изменениями. Модель продукта и модель организации. Документоцентрические и датацентрические архитектуры современных САПР и СУЖЦ. Инженерные онтологии.

3.2 Определение требований и системная архитектура

Инженерия требований, работа инженера по требованиям. Инженерия системной архитектуры, работа системного архитектора. Описания требований и архитектурные описания.

«Вынос в реальность». Системная интеграция. Верификация и валидация, инженерные обоснования. Переход к эксплуатации.

3.3 Организационная инженерия.

Подход системы систем. Организация как система. Стратегия при разработке ИС. Организационная архитектура. Ситуационная инженерия методов. Управление проектами, процессами, кейсами. Инженерный менеджмент. Управление технологиями. Освоение практик системной инженерии в организации.

Виды учебной работы: лекции (16 час.), лабораторные (32 час.) и практические занятия (16 час.).

Изучение дисциплины заканчивается зачетом.

Учебная программа дисциплины составлена доцентом кафедры информационных компьютерных технологий Семеновым Г.Н.

Аннотация программы дисциплины

«Основы использования технологии CUDA»

(Б1.В.ДВ,2)

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 ЗЕ (144 час.).

Цель курса

Цель курса 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.

Задачи курса

В задачи курса входит изучение причин развития массивно параллельных вычислительных систем, рассмотрение принципов и схем построения и графических ускорителей, моделирование и анализ параллельных вычислений, знакомство обучающихся с особенностями программной модели CUDA для разработки параллельных алгоритмов и программ, построение, реализация и отладка параллельных вычислительных алгоритмов для решения задач химической технологии. Изучение курса поддерживается расширенным лабораторным практикумом.

После успешного прохождения курса **учащийся должен:**

- иметь представление об используемых в настоящее время архитектурах массивно-параллельных вычислительных систем;
- владеть основными приемами программирования с использованием ускорителей NVidia и программной модели CUDA;
- владеть приемами оптимизации программного кода для массивно-параллельных архитектур, находить узкие места алгоритма с учетом ограничений программной и аппаратной моделей;
- уметь применять модель распараллеливания CUDA для обработки больших объемов данных;
- уметь применять модель распараллеливания CUDA для решения задач химической технологии.

Содержание дисциплины по разделам.

1 раздел курса дает представление об истории и предпосылках развития существующих типов параллельных вычислительных архитектур и об их назначении. Рассматриваются системы с общей памятью, системы с разделяемой памятью, гибридные системы. Анализируются темпы прироста производительности в различных классах устройств. Рассматриваются массивно-параллельные вычислительные устройства на примере графических ускорителей NVidia, их основные достоинства и недостатки. Дается представление о поколениях 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.

Во **2 разделе** курса рассмотрены методы создания эффективных прикладных программ с использованием графических ускорителей. Рассматриваются основные методы оптимизации и поиска узких мест в CUDA-программе, работа с профилировщиком CUDA nvprof. Введение в алгоритмические ограничения производительности CUDA программ – модель «покатой крыши», понятие memory bound и compute bound задач. Примеры memory bound и compute bound алгоритмов. Стандартные CUDA-библиотеки для анализа больших массивов данных: библиотеки cublas, cufft.

В **3 разделе** подробно рассматривается 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. Рассматриваются 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 мембранного реактора;
- расчета процесса массовой кристаллизации из растворов.

В ходе изучения дисциплины достигаются следующие **компетенции**: ОК-1, 3.

Виды учебной работы: лекции, лабораторные и практические занятия.

Изучение дисциплины заканчивается зачетом.

Учебная программа дисциплины составлена заведующим кафедрой информационных компьютерных технологий, профессором Кольцовой Э.М.

Аннотация программы дисциплины

«Интеллектуальные системы»

(Б1.В.ДВ.3)

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 ЗЕ (180 час.).

Содержание дисциплины:

Понятие об интеллектуальных системах и методах искусственного интеллекта.

Интеллектуальные системы, их место и отличительные особенности в сравнении с другими видами информационных систем. Методы искусственного интеллекта как базовый математический и логический аппарат для построения интеллектуальных информационных систем. Терминология и определения. Классификация. Задачи интеллектуальных систем. Примеры задач, решаемых при проектировании и для действующих энерго- и ресурсосберегающих производств.

Логические основы построения интеллектуальных систем.

Элементы и операции логики высказываний. Функционально полный и расширенный наборы элементов логики высказываний. Аксиомы и теоремы логики высказываний, логический вывод на их основе. Логика рассуждений и высказываний в алгоритмах интеллектуальных систем. Обобщение знаний, представленных в виде высказываний, в интеллектуальных системах. Продукционные модели представления знаний. Проектирование экспертных систем для энерго- и ресурсосберегающих производств.

Интеллектуальные системы на основе методов нечёткой логики и теории нечётких множеств.

Основные понятия нечёткой логики и теории нечётких множеств. Понятие лингвистической переменной. Степень принадлежности и функция принадлежности. Виды функций принадлежности. Виды, свойства и способы описания нечётких множеств. Нормализация нечёткого множества. Свойства нечётких множеств. Способы описания нечётких множеств. Операции с нечёткими множествами. Нечётко-логический вывод решений: фаззификация, применение продукционных правил логического вывода, дефаззификация. Методы дефаззификации: максимумов (левых, правых, средних), простой и модифицированный метод центра тяжести. Особенности нечётко-логического вывода в алгоритмах Мамдани, Тсукамото, Сугено, Ларсена. Постановки и примеры решения задач управления и принятия решений для энерго- и ресурсосберегающих производств в интеллектуальных системах на основе нечёткой логики и теории нечётких множеств.

Обучаемые и самообучающиеся интеллектуальные системы на основе математического аппарата искусственных нейронных сетей.

Основные понятия и структурные единицы нейроинформатики. Классификация искусственных нейронных сетей. Искусственный нейрон. Искусственная нейронная сеть. Активационные функции. Классификация задач, решаемых методами нейроинформатики. Однослойные и многослойные перцептроны. Методы обучения перцептронов: Уидроу–Хоффа, обратного распространения ошибки. Самообучающиеся и самоорганизующиеся нейронные сети: сети Кохонена, сети адаптивного резонанса АРТ-1 и АРТ-2. Рекуррентные нейронные сети для распознавания образов и классификации: сети Хопфилда, сети Коско, сети Хэмминга. Постановки и примеры решения задач моделирования и управления для энерго- и ресурсосберегающих производств в интеллектуальных системах, использующих математический аппарат искусственных нейронных сетей.

Основы проектирования организационной и разработки функциональной структур интеллектуальных систем.

Организация программного, аппаратного и пользовательского взаимодействия в интеллектуальных системах. Архитектуры интеллектуальных информационных систем. Общие принципы построения и этапы проектирования организационной структуры интеллектуальных систем. Элементы архитектуры и общие принципы построения функциональной структуры интеллектуальных информационных систем. Проектирование

интерфейса пользователя. Интеллектуальные информационные системы для энерго- и ресурсосберегающих производств

Изучение дисциплины «Интеллектуальные системы» при подготовке магистров по направлению 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» направлено на приобретение **следующих компетенций**: ОК-1, 3; ОПК-4; ПК-1, 6.

После изучения дисциплины студенты должны

знать:

- классификацию интеллектуальных систем и методов искусственного интеллекта;
- математический аппарат и постановки задач в интеллектуальных системах;

уметь:

- проектировать организационную и разрабатывать функциональную структуры интеллектуальных систем;
- применять методы искусственного интеллекта для решения задач моделирования, управления и принятия решений, возникающих при проектировании и функционировании энерго-и ресурсосберегающих производств;

владеть:

- навыками разработки интеллектуальных систем;
- навыками практического использования интеллектуальных систем.

Виды учебной работы: лекции, лабораторные и практические занятия.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.

Учебная программа дисциплины составлена доцентом кафедры информационных компьютерных технологий Дударовым С.П.

Аннотация программы дисциплины

«Информационная безопасность»

(Б1.В.ДВ.3)

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 ЗЕ (180 час.).

1. Цели и задачи дисциплины «информационная безопасность»

Целью дисциплины является изложение основополагающих принципов информационной безопасности, получение магистрантами базовых знаний в области защиты информации с помощью криптографических методов и алгоритмов шифрования.

Задачами изучения дисциплины являются:

- ознакомление обучающихся с тенденциями развития информационной защиты, с моделями возможных угроз, терминологией и основными понятиями теории защиты информации, а так же с нормативными документами;
- изложение обучающимся основ системного подхода к организации защиты информации, передаваемой и обрабатываемой техническими средствами на основе применения криптографических методов; принципов синтеза и анализа шифров; математических методов, используемых в криптоанализе.

Цели и задачи курса достигаются с помощью:

- ознакомления с основными понятиями криптографии;
- рассмотрения устройства криптографических алгоритмов;
- рассмотрения и анализа различных стандартов криптографии;
- освоения основных криптографических протоколов;
- формирования практических навыков использования криптографических элементов.

Курс "Информационная безопасность" читается во 2-м семестре и относится к циклу профессиональных дисциплин. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. Компетенции магистра в области информационной безопасности

Изучение курса "Информационная безопасность" при подготовке магистров по направлению «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» направлено на приобретение следующих компетенций:

2.1. Общекультурные (ОК):

- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);
- готовность к саморазвитию, самореализации, использования творческого потенциала (ОК-3);

2.2. Общепрофессиональные (ОПК):

-- готовность к защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности (ОПК-5);

После изучения курса «Информационная безопасность и защита данных» обучающийся должен:

знать:

основные принципы и методы защиты информации; основные руководящие и нормативные документы по защите информации; методологические и алгоритмические основы и стандарты криптографической защиты информации; принципы построения современных шифросистем; основные математические методы, используемые в анализе типовых криптографических алгоритмов;

уметь:

использовать основные методы и модели, необходимые для анализа типовых криптографических алгоритмов; алгоритмы шифрования информации и аутентификации пользователей; разрабатывать политику компании в соответствии со стандартами безопасности;

владеть:

принципами, методами и подходами к криптографической защите информации; использовать технологии защиты информации при решении задач управления и создания безопасных информационных систем.

3. Содержание разделов дисциплины

1. Защита информации. Основные понятия и определения

1.1. Введение в информационную безопасность и защиту информации.

Назначение, задачи и общая характеристика курса, общие понятия и определения, краткая историческая справка. Информация как объект защиты. Определение и цели, механизмы, инструментарий, основные направления информационной безопасности. Информация и ресурсы. Информация как объект права собственности. Информация как коммерческая тайна. Информация как рыночный продукт.

1.2. Нормативно-правовое обеспечение информационной безопасности.

Законодательная, нормативно-методическая и научная база систем защиты информации. Требования к содержанию нормативно-методических документов по защите информации. Российское законодательство по защите информационных технологий. Политика информационной безопасности. Содержание основных документов предприятия по обеспечению защиты компьютерной информации в информационных системах (ИС). Законодательные аспекты разработки и использования криптографических

продуктов.

2. Основы криптографии

2.1. Введение. Простейшие шифры.

История криптографии. Основные этапы становления криптографии как науки. Рассмотрение простейших шифров: преобразования блоков, моно-алфавитные шифры, полиалфавитные шифры, и т.д. Понятие криптоанализа, его виды и методы. Оценка устойчивости простейших шифров с точки зрения криптоанализа.

2.2. Математические основы криптографии.

Теория информации. Теория сложности. Теория чисел. Разложение на множители. Генерация простого числа.

2.3. Методы построения блочных шифров.

Основы теории секретных систем К.Шеннона. Криптографическая стойкость шифров. Теоретически стойкие шифры. Шифры, совершенные при нападении на открытый текст. Шифры, совершенные при нападении на ключ. О теоретико-информационном подходе в криптографии. Энтропия и количество информации. “Ненадёжность шифра”, “ложные ключи” и “расстояние единственности”. Практически стойкие шифры.

S и P блоки, их назначение и принцип работы. Сети Файстеля, их архитектура, свойства. SP сети, их архитектура, свойства. Методы построения блочных шифров.

3. Шифрование с закрытым ключом

3.1. Стандарты блочного шифрования данных.

Блочные шифросистемы и принципы их построения. Выбор линейных и нелинейных блоков. Режимы использования блочных шифров. Стандарты блочного шифрования данных: DES (Data Encryption Standard или стандарт шифрования данных), ГОСТ 28147-89, их архитектура и свойства. Сравнение, плюсы и минусы каждого. Рассмотрение вопроса объединения блочных шифров, плюсы и минусы такого подхода.

3.2. Стандарт блочного шифрования данных: AES (Advanced Encryption Standard или улучшенный стандарт шифрования) или Рейндол (Rijndael), его архитектура и свойства.

3.3. Режимы использования блочных шифров

Рассмотрение основных режимов использования блочных шифров: режим электронной шифровальной книги, режим сцепления блоков, режим обратной связи по шифру, режим обратной связи по выходу, режим счетчика и др. режимов блочных шифров, их назначение, свойства, области применения, достоинства и недостатки.

3.4. Генераторы случайных последовательностей.

Регистры сдвига с обратной связью. Линейные регистры сдвига с обратной связью. Регистр сдвига Галуа. Регистр сдвига Фибоначчи. Генератор Геффе. Пороговый генератор. Генератор Дженнингса.

3.5. Проектирование и анализ потоковых шифров.

Поточный алгоритм шифрования A5. Самосинхронизирующиеся потоковые шифры. Синхронные потоковые шифры.

4. Шифрование с открытым ключом

4.1. Однонаправленные хэш-функции.

Российский стандарт ГОСТ Р 34.10-2001. Алгоритмы криптографического хеширования семейства MD (Message Digest, дайджест сообщения), семейства SHA (Secure Hash Algorithm, алгоритм безопасного хеширования).

4.2. Криптосистемы на основе открытого ключа.

Алгоритмы с открытыми ключами. ГОСТ Р 34.10-2001. Шифрсистема RSA (Rivest, Shamir и Adleman). Шифрсистема Эль-Гамала (El Gamal). Криптосистема Рабина (Rabin). Практические аспекты использования шифрсистем с открытым ключом.

4.3. Алгоритмы цифровой подписи.

Основные требования к цифровым подписям, прямая и арбитражная цифровая подпись, стандарты цифровой подписи: ГОСТ Р 34.10-2001, DSS (Digital Signature Standard). Электронная подпись на базе алгоритмов Эль-Гамала (El Gamal), Рабина (Rabin). Протокол Фейга — Фиата — Шамира (Feige-Fiat-Shamir).

4.4. Алгоритмы обмена ключей и протоколы аутентификации.

Алгоритмы распределения ключей с использованием третьей доверенной стороны. Понятие мастер-ключа. Протоколы аутентификации. Взаимная аутентификация. Односторонняя аутентификация. Сравнение протоколов аутентификации с использованием поппе и временных меток. Взаимосвязь между протоколами аутентификации и цифровой подписью. Алгоритм Диффи-Хеллмана (Diffie-Hellman). Протокол «точка-точка». Протокол Нидхема — Шрёдера (Needham-Schroeder). Трехпроходный протокол Шамира.

4.5. Криптография с использованием эллиптических кривых.

Математические понятия, связанные с эллиптическими кривыми. Аналоги алгоритма Диффи-Хеллмана на эллиптических кривых, алгоритма цифровой подписи на эллиптических кривых и алгоритма шифрования с открытым ключом получателя на эллиптических кривых.

Заключение. Методы и средства защиты компьютерной информации.

Методы обеспечения информационной безопасности РФ. Ограничение и контроль доступа к аппаратуре и информации. Идентификация и установление подлинности объекта (субъекта). Организационные мероприятия по защите информации. Организация информационной безопасности компании. Информационное страхование.

Виды учебной работы: лекции, лабораторные и практические занятия.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.

Учебная программа дисциплины составлена доцентом кафедры информационных компьютерных технологий Василенко В.А.

Аннотация программы дисциплины

«Эволюционные методы и алгоритмы оптимизации»

(Б1.В.ОД.1)

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 6 ЗЕ (216 час.).

Содержание дисциплины:

Понятие об эволюционных методах и алгоритмах оптимизации.

Общее представление об эволюционных методах и алгоритмах оптимизации. Терминология и определения. Классификация. Виды и постановки задач оптимизации, решаемых с помощью эволюционных методов и алгоритмов. Примеры задач оптимизации, решаемых при проектировании энерго- и ресурсосберегающих производств.

Генетические алгоритмы оптимизации.

Математические и биологические основы генетических алгоритмов. Терминология генетических алгоритмов применительно к задачам оптимизации. Назначение. Классификация генетических алгоритмов. Алгоритмы бинарного кодирования: представление и преобразование переменных, простые и модифицированные генетические операторы, репродуктивный план Холланда, проблема вырождения популяции, эволюционные стратегии, правила селекции особей, условия окончания эволюционного процесса. Алгоритмы вещественного кодирования: представление переменных, операторы, стратегии, условия окончания. Особенности диплоидных генетических алгоритмов.

Искусственные иммунные системы.

Математические и биологические основы искусственных иммунных систем. Терминология применительно к задачам оптимизации и определения. Представление и преобразование переменных. Операторы. Алгоритм оптимизации с использованием искусственной иммунной системы. Отличия и сравнительный анализ искусственных иммунных систем и генетических алгоритмов.

Метод дифференциальной эволюции.

Назначение метода. Особенности представления переменных. Операторы. Расчётные соотношения. Преимущества и недостатки. Сравнение с другими эволюционными методами и алгоритмами.

Многоагентные системы, имитирующие процессы в живой природе.

Понятие многоагентных систем, терминология и определения. Классификация многоагентных систем, имитирующих процессы в живой природе. Виды решаемых задач оптимизации. Алгоритм муравьиной колонии. Алгоритм пчелиного роя. Примеры решения задач. Заимствование принципов поведения агентов в живой природе для совершенствования алгоритмов многомерной оптимизации функций со сложным рельефом поверхности. Комбинированные эволюционные алгоритмы.

Оптимизация проектов и действующих энерго- и ресурсосберегающих производств с использованием эволюционных методов и алгоритмов.

Постановки и примеры решения задач проектирования или реорганизации существующих производств, оптимальных по энерго- и ресурсосбережению, с использованием генетических алгоритмов, искусственных иммунных систем, метода дифференциальной эволюции, многоагентных систем.

Изучение дисциплины «Эволюционные методы и алгоритмы оптимизации» при подготовке магистров по направлению 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» направлено на приобретение **следующих компетенций:** ОК-1, 3; ОПК-4; ПК-6.

После изучения дисциплины студенты должны

знать:

– математический аппарат эволюционных методов оптимизации;

уметь:

– применять эволюционные методы и алгоритмы для решения задач оптимизации проектов и реорганизации существующих энерго- и ресурсосберегающих производств;

владеть:

– математическим аппаратом для решения специфических задач в области информационных систем и технологий;

– навыками постановки задачи, алгоритмизации и программирования при оптимизации процессов и производственных систем с использованием эволюционных методов.

Виды учебной работы: лекции, лабораторные и практические занятия.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.

Учебная программа дисциплины составлена доцентом кафедры информационных компьютерных технологий Дударовым С.П.

Аннотация программы дисциплины
«Методы исследования и моделирования информационных процессов и технологий» (на примере процессов самоорганизации в нелинейных системах)»

(Б1.В.ОД.2)

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 ЗЕ (180 час.).

Цель дисциплины:

Общая подготовка магистра как профессионала в области математического моделирования нелинейных химических процессов и вычислительного эксперимента, разработки информационных систем для проектирования химических производств, содержащих объекты с нелинейной динамикой.

Задачи дисциплины:

Изложить механизмы эволюции и самоорганизации. Научить методам и приемам математического моделирования сложных физико-химических систем и компьютерного эксперимента. Научить строить иерархические системы математических моделей, описывающих явления самоорганизации в химии и химической технологии с разной степенью подробности. Изложить методы исследования нелинейных систем и методы поиска различных пространственно-временных структур сложных физико-химических систем. Научить проводить системный и параметрический анализ. Изложить методику проведения научно-исследовательских работ.

Основные дидактические единицы (разделы):

Введение. Математическое моделирование как необходимый инструмент исследований в современной науке и технике. Явления самоорганизации в различных системах: физических, химических, биологических и социально-экономических. Синергетика. Роль и принципы математического моделирования. Схема вычислительного эксперимента. Иерархическая система математических моделей, описывающих явления самоорганизации на микро, мезо и макро уровнях. Базовые модели. Вычислительный эксперимент. Информационные технологии и моделирование. Компьютерное моделирование и имитационный эксперимент как необходимая составляющая процесса моделирования.

Методы изучения сложных физико-химических систем на макроуровне. Параметрический портрет системы. Методы параметрического анализа. Этапы

параметрического анализа. Численные и аналитические методы продолжения по параметру стационарных и периодических решений. Однопараметрический и двухпараметрический анализ. Построение линий бифуркаций: линии кратности, линии нейтральности и др. Методы поиска автоколебаний в сложных физико-химических системах. Релаксационные колебания.

Методы изучения сложных физико-химических систем на мезоуровне.

Стационарные диссипативные структуры, бифуркация Тьюринга. Необходимые условия существования структур Тьюринга. Методы поиска структур Тьюринга в моделях. Модель бруселлятора и другие. Волны переключения. Модель Колмогорова, Петровского, Пискунова. Методика поиска волн переключения в моделях, определение направления переключения. Уединенные бегущие волны в возбудимых средах. Основные элементы уединенного импульса. Методика поиска уединенных импульсов в моделях, построение начального приближения. Модели ФитцХью-Нагумо, Баркли, Белоусова-Жаботинского и др. Спиральные волны. Элементы, свойства и типы спиральных волн. Методика построения спиральных волн на примере известных моделей. Пространственно-временной хаос (ПВХ). ПВХ в колебательной среде. Основные модели связанных осцилляторов. ПВХ в возбудимой среде. Сценарий Фейгенбаума перехода от импульса к ПВХ. Пространственно-временные диаграммы, методы анализа ПВХ.

Методы изучения сложных физико-химических систем на микроуровне.

Микроскопические стохастические модели. Стохастические имитационные модели микроуровня. Основное кинетическое уравнение для изменения состояний. Модель решеточного газа. Алгоритмы стохастического моделирования, методы Монте-Карло. Имитационные модели гетерогенных каталитических реакций. Автоколебания, структуры и волны в микроскопических моделях. Влияние флуктуаций. Наведенные флуктуациями автоколебания, волны и фазовые переходы. Механизмы формирования явлений самоорганизации на микроуровне.

Дисциплина дает возможность овладеть компетенциями: ОК-1; ОПК-3; ПК-6, 7, 12.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

основные механизмы эволюции и самоорганизации; методы математического моделирования сложных физико-химических систем, схему вычислительного эксперимента, типы моделей, основные элементы фазовых и параметрических портретов систем, основные бифуркации в системах, методы продолжения по параметру, методы поиска автоколебаний и разных типов структур и волн, методы построения микроскопических стохастических моделей, методы Монте-Карло.

Уметь:

разрабатывать математические модели сложных физико-химических систем и проводить их параметрический анализ; находить области параметров с разным типом динамического поведения, находить автоколебания, множественность стационарных состояний, структуры Тьюринга, волны переключения, бегущие импульсы и спиральные волны; уметь строить микроскопические имитационные модели.

Владеть:

методами и подходами математического моделирования сложных физико-химических систем; методами параметрического анализа и алгоритмами продолжения по параметру; методами нахождения и исследования различных явлений самоорганизации в системах, методами построения имитационных моделей и методами Монте-Карло для их реализации.

Виды учебной работы: лекции, лабораторные и практические занятия.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.

Учебная программа дисциплины составлена профессором кафедры информационных компьютерных технологий Куркина Е.С.

Аннотация программы дисциплины

«Современные системы автоматизированного проектирования»

(Б1.В.ОД.5)

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 ЗЕ (144 час.).

1. Цели и задачи дисциплины

Современные программные комплексы систем автоматизированного проектирования (САПР) позволяют выпускать проектную документацию, производить инженерные расчеты, осуществлять моделирование и трёхмерную визуализацию объектов с учетом особенностей их реального изготовления.

Целью преподавания дисциплины курса является формирование профессиональных компетенций, а также формирование навыков практической разработки, визуализации и применения моделей, методов и средств автоматизации проектирования технологических процессов и технических объектов с помощью пакетов проектирования Autodesk Inventor, SolidWorks. Autodesk Inventor – передовая версия системы для 3D-проектирования в области машиностроения, позволяющая находить комплексные решения для автоматизации проектирования. С помощью данной [САПР](#) можно существенно сократить затраты на цифровое прототипирование 3D-моделей

разрабатываемых деталей, узлов и макетов в машиностроительной отрасли. САПР SolidWorks – признанный лидер в области 3D-моделирования и проектирования изделий. Позволяет не только проектировать механизмы любой степени сложности, но и решать задачи расчета прочности, устойчивости, динамики, механики, гидродинамики и теплопередачи.

Задачами курса для достижения цели являются:

- ознакомления с современными средствами информационных технологий при проектировании и производстве технологических объектов и изделий;
- приобретение навыков работы по адаптивному и параметрическому моделированию, разработке трёхмерных объектов в системах автоматизированного проектирования Autodesk Inventor, SolidWorks;
- формирование практических навыков создания трёхмерных моделей сборки деталей и создание чертежей и иной конструкторской документации на основе цифровых прототипов;
- формирование практических навыков инженерных расчетов в системе SolidWorks Simulation;
- приобретение практических навыков в подготовке и печати моделей на 3D принтере.

Курс «Современные системы автоматизированного проектирования» читается в 3-м семестре и заканчивается экзаменом. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. Компетенции магистра в области САПР

Изучение курса «Современные системы автоматизированного проектирования» при подготовке магистров по направлению «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» направлено на приобретение следующих компетенций.

2.1. Общекультурные (ОК):

- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовность к саморазвитию, самореализации, использования творческого потенциала (ОК-3);

2.2. Общепрофессиональные (ОПК):

- способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);

2.3. Профессиональные (ПК):

- готовность к разработке мероприятий по энерго-и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке (ПК-7);

- готовность к разработке технических заданий на проектирование и изготовления нестандартного оборудования (ПК-8);
- способность использовать пакеты прикладных программ при выполнении проектных работ (ПК-23);
- способность разрабатывать методические и нормативные документы, техническую документацию, а также предложения и мероприятия по реализации разработанных проектов и программ (ПК-24).

После изучения дисциплины «Современные системы автоматизированного проектирования» обучающийся должен:

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. Содержание модулей дисциплины.

Введение

Основные принципы функционирования современных автоматизированных систем проектирования. Типы проектирования.

Модуль 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.

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. Импортирование 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

Модуль 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 создание 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.

Модуль 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.

Модуль 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.

Виды учебной работы: лекции, лабораторные и практические занятия.

Изучение дисциплины заканчивается диф. зачетом.

Учебная программа дисциплины составлена доцентом кафедры информационных компьютерных технологий Василенко В.А.

4.5. Программа практики

В соответствии с п. 6.5 ФГОС ВО по направлению подготовки 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии магистерской программе «Информационные системы для проектирования энерго- и ресурсосберегающих производств» в Блок 2 «Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)» входят учебная и производственная, в том числе преддипломная, практики.

Типы учебной практики:

практика по получению первичных профессиональных умений и навыков.

Типы производственной практики:

практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика);

НИР.

Способы проведения учебной и производственной практик:

- стационарная;
- выездная.

Преддипломная практика проводится для выполнения выпускной квалификационной работы и является обязательной.

При разработке программ магистратуры по направлению 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии магистерской программе «Информационные системы для проектирования энерго- и ресурсосберегающих производств», реализуемой на кафедре ИКТ РХТУ им. Д.И. Менделеева предусмотрены следующие типы практик, направленные на приобретение магистрантами компетенций по видам научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности: учебная, производственная, в том числе технологическая и преддипломная, а также выполняется научно-исследовательская работа.

В соответствии с «Положением о практике обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования» (Приказ Министерства образования и науки РФ от 27 ноября 2015 г. №1383) организация проведения практики, предусмотренной ОПОП ВО, осуществляется организациями (вузом) на основе договоров с организациями, деятельность которых соответствует профессиональным компетенциям, осваиваемым в рамках ОПОП ВО (далее - профильная организация). Практика может быть проведена непосредственно в организации. В этом случае практика является стационарной, т.е. которая проводится в организации (вузе)

либо в профильной организации, расположенной на территории населенного пункта, в котором расположена организация.

Учебная практика по магистерской программе «Информационные системы для проектирования энерго- и ресурсосберегающих производств» проводится стационарно и дискретно по периодам проведения практик – путем чередования в календарном учебном графике периодов учебного времени для проведения практик с периодами учебного времени для проведения теоретических занятий.

Производственная практика в зависимости от целей и задач подготовки может быть как стационарной, так и выездной. Выездной является практика, которая проводится вне населенного пункта, в котором расположена организация.

Для руководства практикой, проводимой в организациях, назначается руководитель (руководители) практики от организации из числа лиц, относящихся к профессорско-преподавательскому составу данной организации.

Для руководства практикой, проводимой в профильной организации, назначаются руководитель (руководители) практики из числа лиц, относящихся к профессорско-преподавательскому составу организации, организующей проведение практики (далее - руководитель практики от организации), и руководитель (руководители) практики из числа работников профильной организации (далее - руководитель практики от профильной организации).

Руководитель практики от организации:

- составляет рабочий график (план) проведения практики;
- разрабатывает индивидуальные задания для обучающихся, выполняемые в период практики;
- участвует в распределении обучающихся по рабочим местам и видам работ в организации;
- осуществляет контроль за соблюдением сроков проведения практики и соответствием ее содержания требованиям, установленным ОПОП ВО;
- оказывает методическую помощь обучающимся при выполнении ими индивидуальных заданий, а также при сборе материалов к выпускной квалификационной работе в ходе преддипломной практики;
- оценивает результаты прохождения практики обучающимися.

Руководитель практики от профильной организации:

- согласовывает индивидуальные задания, содержание и планируемые результаты практики;

- предоставляет рабочие места обучающимся;
- обеспечивает безопасные условия прохождения практики обучающимся, отвечающие санитарным правилам и требованиям охраны труда;
- проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка.

При проведении практики в профильной организации руководителем практики от организации и руководителем практики от профильной организации составляется совместный рабочий график (план) проведения практики.

Направление на практику оформляется распорядительным актом руководителя организации или иного уполномоченного им должностного лица с указанием закрепления каждого обучающегося за организацией или профильной организацией, а также с указанием вида и срока прохождения практики.

Обучающиеся в период прохождения практики:

- выполняют индивидуальные задания, предусмотренные программами практики;
- соблюдают правила внутреннего трудового распорядка;
- соблюдают требования охраны труда и пожарной безопасности.

В соответствии с рабочим учебным планом общая трудоемкость практик составляет:

учебной: 216 часов (6 ЗЕТ), практика проводится в течение 2-го семестра;

производственной технологической: 216 часов (6 ЗЕТ), практика проводится 4 недели в начале 4-го семестра;

производственная преддипломная: 216 часов (6 ЗЕТ), практика проводится 4 недели в конце 4-го семестра перед выполнением выпускной квалификационной работы.

Результаты прохождения практики оцениваются и учитываются в порядке, установленном организацией.

4.6. Программа научных исследований

В соответствии с ФГОС ВО по направлению 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии магистерской программе «Информационные системы для проектирования энерго- и ресурсосберегающих производств» НИР является одним из типов производственной практики и относится к вариативной части ОПОП.

НИР организуется как распределенная и проводится в течение 1–4 семестров. Общая трудоемкость НИР магистранта составляет 1296 часов (36 ЗЕТ).

РХТУ им. Д.И. Менделеева предусматриваются следующие виды и этапы выполнения и контроля научно-исследовательской работы обучающихся:

планирование научно-исследовательской работы, включающее ознакомление с тематикой исследовательских работ в данной области и выбор темы исследования, написания реферата по избранной теме;

проведение научно-исследовательской работы;

корректировка плана проведения научно-исследовательской работы;

составление отчета о научно-исследовательской работе;

публичная защита выполненной работы.

Основной формой планирования и корректировки индивидуальных планов научно-исследовательской работы обучаемых является обоснование темы, обсуждение плана и промежуточных результатов исследования в рамках научно-исследовательского семинара. В процессе выполнения научно-исследовательской работы и в ходе защиты ее результатов должно проводиться широкое обсуждение в учебных структурах вуза с привлечением работодателей и ведущих исследователей, позволяющее оценить уровень приобретенных знаний, умений и сформированных компетенций обучающихся.

Темы и руководители НИР магистрантов утверждаются приказом ректора на основании решения Ученого совета университета.

Реализация НИР магистранта направлена на приобретение следующих профессиональных компетенций: ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12.

5. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ

Кадровое обеспечение программы магистратуры соответствует требованиям ФГОС:

– реализация программы магистратуры обеспечивается руководящими и научно-педагогическими работниками университета, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы магистратуры на условиях гражданско-правового договора, квалификация которых соответствует квалификационным характеристикам, установленным в Едином квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования», утвержденном приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 11 января 2011 г.

№ 1н (зарегистрирован Министерством Юстиции Российской Федерации 23 марта 2011 г., № 20237) и профессиональными стандартами (при наличии);

– Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) имеющих образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины (модуля), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу магистратуры, должна составлять не менее 70 процентов;

– Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих ученую степень (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное за рубежом и признаваемое в Российской Федерации), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу магистратуры, должна быть не менее:

75 процентов для программы академической магистратуры;

– Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) из числа руководителей и работников организаций, деятельность которых связана с направленностью (профилем) реализуемой программы магистратуры (имеющих стаж работы в данной профессиональной области не менее 3 лет) в общем числе работников, реализующих программу магистратуры, должна быть не менее:

5 процентов для программы академической магистратуры;

– Общее руководство научным содержанием программы магистратуры определенной направленности (профиля) должно осуществляться штатным научно-педагогическим работником организации, 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;

– среднегодовое число публикаций научно-педагогических работников университета в расчете на 100 научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) составляет 6,2 в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science или Scopus или 62,4 в журналах, индексируемых в Российском индексе научного цитирования, или в научных рецензируемых изданиях, определенных в

Перечне рецензируемых изданий согласно пункту 12 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, № 40, ст. 5074);

– научные руководители, назначаемые магистрантам, имеют ученую степень, осуществляют самостоятельную научно-исследовательскую деятельность или участвуют в осуществлении такой деятельности по направленности подготовки, имеют публикации по результатам указанной научно-исследовательской деятельности в ведущих отечественных и (или) зарубежных рецензируемых научных журналах и изданиях, а также осуществляют апробацию результатов указанной научно-исследовательской деятельности на национальных и международных конференциях.

Подготовка магистрантов по направлению 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии магистерской программе «Информационные системы для проектирования энерго- и ресурсосберегающих производств» реализуется на факультете информационных технологий и управления (на кафедре информационных компьютерных технологий, компьютерно-интегрированных систем в химической технологии). Все научные руководители магистрантов имеют ученые степени и/или ученые звания и соответствуют приведенным выше требованиям.

5.2. Материально-техническое обеспечение

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 в себя 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 аспирантов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и 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.

Материально-техническое обеспечение ООП магистратуры по направлению подготовки 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии магистерской программы «Информационные системы для проектирования энерго- и ресурсосберегающих производств», реализуемым на кафедре информационных компьютерных технологий (ИКТ),:

5.2.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Материально-техническая база кафедры ИКТ является новой, функционирующей и современной, необходимой для высококвалифицированного обучения студентов 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 59 персональных компьютера, 51 из которых 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 **34** персональных компьютерах, каждый из которых обладает процессором выше Pentium II. Все компьютеры объединены в локальную сеть и имеют выход в интернет.

Так же в учебном процессе используются **4** ноутбука, один нетбук и **4** мультимедиа-проектора для организации презентаций и докладов. Для подготовки учебно-методических материалов и научно-технической документации применяется копировальный аппарат, 1 МФУ, имеется 8 принтеров, один из которых – цветной.

Количество и характеристики технического оборудования, используемого для учебного процесса, в распределении по компьютерным классам, представлены в таблице 12.

Сведения о специализированном и лабораторном оборудовании

№ п/п	Наименование дисциплин, в соответствии с учебными планами	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр.	Перечень основного оборудования	Год приобретения
Магистерская программа «Информационные системы для проектирования энерго- и ресурсосберегающих производств»				
1	Моделирование технологических и природных систем (многомасштабное компьютерное моделирование (МК-11, МК-10))	125	<p>Всего компьютеров в наличии: 19. 15 из них компьютеры выпуска 2008 – 2011 гг.</p> <p>Конфигурации: Intel Core 2 Quad\4096Мб RAM\400Гб HDD – 7 Intel Core 2 Quad\4096Мб RAM\500Гб HDD – 1 Intel Dual-Core\2048Мб RAM\250Гб HDD – 6 Intel Dual-Core\4096Мб RAM\300Гб HDD – 1 4 компьютера выпуска 2002-2003 гг 2 Pentium-IV\2048Мб RAM\80Гб HDD 2 Celeron-2400\1024Мб RAM\80Гб HDD Все компьютеры укомплектованы ЖК-мониторами. Из вспомогательного оборудования в классе имеется 1 сканер.</p>	2008-2011
2	Методы исследования и моделирования информационных процессов и технологий (МК-11)	123	<p>25 компьютеров конфигурации CPU Pentium Dual-Core E2200 2.2GHz, 2G RAM, HDD 250G, монитор Samsung SyncMaster 943n. Компьютеры объединены в проводную локальную сеть при помощи свитча. Локальная сеть имеет выход в интернет.</p>	2008-2011
3	Информационные технологии в образовании (МК-11, МК-10)	123	<p>25 компьютеров конфигурации CPU Pentium Dual-Core E2200 2.2GHz, 2G RAM, HDD 250G, монитор Samsung SyncMaster 943n. Компьютеры объединены в проводную локальную сеть при помощи свитча.</p>	2008-2011

4	Виртуализация и облачные вычисления (МК-11, МК-10)	119	<p>16 компьютеров конфигурации CPU Pentium Dual-Core E5200 2.5GHz, 2G RAM, HDD 250G, монитор LG Flatron W1943с 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</p> <p>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.</p>	2008-2011
5	Теория принятия оптимальных решений (МК-11)	125	<p>Всего компьютеров в наличии: 19. 15 из них компьютеры выпуска 2008 – 2011 гг.</p> <p>Конфигурации: Intel Core 2 Quad\4096Mб RAM\400Гб HDD – 7 Intel Core 2 Quad\4096Mб RAM\500Гб HDD – 1 Intel Dual-Core\2048Mб RAM\250Гб HDD – 6 Intel Dual-Core\4096Mб RAM\300Гб HDD – 1 4 компьютера выпуска 2002-2003 гг 2 Pentium-IV\2048Mб RAM\80Гб HDD 2 Celeron-2400\1024Mб RAM\80Гб HDD Все компьютеры укомплектованы ЖК-мониторами. Из вспомогательного оборудования в классе имеется 1 сканер.</p>	2008-2011
6	Методы термодинамики и нелинейной динамики(МК-10)	125	<p>Всего компьютеров в наличии: 19. 15 из них компьютеры выпуска 2008 – 2011 гг.</p> <p>Конфигурации: Intel Core 2 Quad\4096Mб RAM\400Гб HDD – 7 Intel Core 2 Quad\4096Mб RAM\500Гб HDD – 1 Intel Dual-Core\2048Mб RAM\250Гб HDD – 6 Intel Dual-Core\4096Mб RAM\300Гб HDD – 1 4 компьютера выпуска 2002-2003 гг 2 Pentium-IV\2048Mб RAM\80Гб HDD</p>	2008-2011

			2 Celeron-2400\1024Мб RAM\80Гб HDD Все компьютеры укомплектованы ЖК-мониторами. Из вспомогательного оборудования в классе имеется 1 сканер.	
7	Проектирование систем в AutoCAD (МК-10)	125	Всего компьютеров в наличии: 19. 15 из них компьютеры выпуска 2008 – 2011 гг. Конфигурации: Intel Core 2 Quad\4096Мб RAM\400Гб HDD – 7 Intel Core 2 Quad\4096Мб RAM\500Гб HDD – 1 Intel Dual-Core\2048Мб RAM\250Гб HDD – 6 Intel Dual-Core\4096Мб RAM\300Гб HDD – 1 4 компьютера выпуска 2002-2003 гг 2 Pentium-IV\2048Мб RAM\80Гб HDD 2 Celeron-2400\1024Мб RAM\80Гб HDD Все компьютеры укомплектованы ЖК-мониторами. Из вспомогательного оборудования в классе имеется 1 сканер.	2008-2011
8	Системная и программная инженерия(МК-10)	119	16 компьютеров конфигурации CPU Pentium Dual-Core E5200 2.5GHz, 2G RAM, HDD 250G, монитор LG Flatron W1943с 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 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
9	Основы использования технологии Cuda(МК-10)	119	16 компьютеров конфигурации CPU Pentium Dual-Core E5200 2.5GHz, 2G RAM, HDD 250G, монитор LG Flatron W1943с и один компьютер преподавателя конфигурации CPU Pentium Quad-Core Q8300 2.5GHz, 4G RAM, HDD 500G, монитор Samsung SyncMaster 2243, ИБП, сканер HG Scanjet	2008-2011

			3110 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.	
10	Интеллектуальные системы(МК-10)	119	16 компьютеров конфигурации CPU Pentium Dual-Core E5200 2.5GHz, 2G RAM, HDD 250G, монитор LG Flatron W1943с 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 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
11	Информационная безопасность	125	Всего компьютеров в наличии: 19. 15 из них компьютеры выпуска 2008 – 2011 гг. Конфигурации: Intel Core 2 Quad\4096Мб RAM\400Гб HDD – 7 Intel Core 2 Quad\4096Мб RAM\500Гб HDD – 1 Intel Dual-Core\2048Мб RAM\250Гб HDD – 6 Intel Dual-Core\4096Мб RAM\300Гб HDD – 1 4 компьютера выпуска 2002-2003 гг 2 Pentium-IV\2048Мб RAM\80Гб HDD 2 Celeron-2400\1024Мб RAM\80Гб HDD Все компьютеры укомплектованы ЖК-мониторами. Из вспомогательного оборудования в классе имеется 1 сканер.	2008-2011
12	Эволюционные методы и алгоритмы оптимизации	125	Всего компьютеров в наличии: 19. 15 из них компьютеры выпуска 2008 – 2011 гг. Конфигурации: Intel Core 2 Quad\4096Мб RAM\400Гб	2008-2011

			HDD – 7 Intel Core 2 Quad\4096Мб RAM\500Гб HDD – 1 Intel Dual-Core\2048Мб RAM\250Гб HDD – 6 Intel Dual-Core\4096Мб RAM\300Гб HDD – 1 4 компьютера выпуска 2002-2003 гг 2 Pentium-IV\2048Мб RAM\80Гб HDD 2 Celeron-2400\1024Мб RAM\80Гб HDD Все компьютеры укомплектованы ЖК-мониторами. Из вспомогательного оборудования в классе имеется 1 сканер.	
13	Современные системы автоматизированного проектирования	125	Всего компьютеров в наличии: 19. 15 из них компьютеры выпуска 2008 – 2011 гг. Конфигурации: Intel Core 2 Quad\4096Мб RAM\400Гб HDD – 7 Intel Core 2 Quad\4096Мб RAM\500Гб HDD – 1 Intel Dual-Core\2048Мб RAM\250Гб HDD – 6 Intel Dual-Core\4096Мб RAM\300Гб HDD – 1 4 компьютера выпуска 2002-2003 гг 2 Pentium-IV\2048Мб RAM\80Гб HDD 2 Celeron-2400\1024Мб RAM\80Гб HDD Все компьютеры укомплектованы ЖК-мониторами. Из вспомогательного оборудования в классе имеется 1 сканер.	2008-2011

Для выполнения магистерских 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).

На кафедре имеется кластер для высокопроизводительных и параллельных вычислений со следующими функциональными характеристиками:

Вычислительный кластер из 24 четырехядерных процессоров Intel Xeon X5570, итого 96 вычислительных ядер, 144 GB RAM, 3.6 TB HDD

- управляющий узел кластера: 2 четырехядерных процессора Intel Xeon X5570, 24 GB RAM;

- система хранения данных ReadyStorage NAS 3160, 12 TB;

- вычислительная сеть (InfiniBand);

- управляющая сеть (Gigabit Ethernet);

- управляющий узел для Tesla: 2 четырехядерных процессора Intel Xeon X5570, 12 GB RAM;

- вычислительный ускоритель Tesla GPU S1070: 4 графических процессора, 960 вычислительных ядер.

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 Intel Core i7-4770 Haswell, Asus Z97-AR, 16 Gb RAM, GeForce GTX750TI 2Gb, 1TB WD (3.4 ГГц, S1150, DDR3, SATA3, HDMI).

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

С 2008 по 2016 год кафедрой приобретено следующее основное оборудование на сумму 11 532 350 рублей:

Название оборудования	Количество	Сумма, рублей
Кластер		5 000 000
Персональные компьютеры	26	574 000
ЖК-мониторы 19"	26	177 000
Персональные компьютеры	9	187 200
ЖК-мониторы 19"	9	65 700
Ноутбуки	3	70 000
Нетбуки	1	36 000
Принтеры лазерный ч/б	6	60 000
Принтер лазерный цветной	2	42 000
МФУ (многофункциональное устройство принтер/копир/сканер)	2	120 000
Копир Canon FC128	2	22 000
Сканер А3	1	7 000
Сканер А4	3	12 000
Источники бесперебойного питания APC Back-UPS	19	138 000
Проекторы мультимедийные	3	71 000
Ремонт лаборатории		600 000
Установка для синтеза углеродных нанотрубок	1	2 800 000
Кондиционер для кластера		1 000 000
3D-принтер Picaso Designer и комплектация Kapton 200mm tape	1	117 000
Программное обеспечение SolidWorks Education 200 CAMPUS	1	133 000
Графические станции для программного обеспечения SolidWorks	5	381 700
Программное обеспечение Embarcadero	1	18 750
	ИТОГО	11 532 350

5.2.2. 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.

Магистранты 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.

Магистранты 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.

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

5.2.3. 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-D принтер.).

5.2.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Для реализации ООП магистратуры по направлению подготовки 18.04.02 магистерской программе «Информационные системы для проектирования энерго- и ресурсосберегающих производств» 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 магистрантов, высокая. Ко всем научным изданиям и учебным пособиям, выпущенным через РИО РХТУ им. Д.И. Менделеева имеется доступ через фонды информационно-библиотечного фонда. Кроме того, большинство дисциплин, преподаваемых на кафедре, имеют развернутую информационно-образовательную и информационно-методическую поддержку, к ресурсам в сети Интернет.

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

5.3. Учебно-методическое обеспечение

Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева обеспечивает информационную поддержку всем направлениям деятельности университета, содействует подготовке высококвалифицированных специалистов,

совершенствованию учебного процесса, научно-исследовательской работы, способствует развитию профессиональной культуры будущего специалиста.

Структура и состав библиотечного фонда соответствует требованиям Примерного положения о формировании фондов библиотеки высшего учебного заведения, утвержденного приказом Минобрнауки от 27.04.2000 г. № 1246. ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по всем дисциплинам основной образовательной программы и гарантирует возможность качественного освоения магистрантами основной образовательной программы по направлению 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии магистерской программы «Информационные системы для проектирования энерго- и ресурсосберегающих производств».

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ составляет 1 675 949 экз. Фонд учебной и учебно-методической литературы укомплектован печатными и электронными изданиями из расчета 50 экз. на каждые 100 обучающихся, а для дисциплин вариативной части образовательной программы - 1 экз. 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 магистрантов в читальных залах, предоставляя широкий выбор литературы по актуальным направлениям, а также обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы. Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	ЭБС «Лань»	Принадлежность – сторонняя. Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №43/14 от 15.05.2014 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Сумма договора - 35000 р. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Ресурс, включает в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным и техническим наукам.
2.	Электронная база данных химических соединений и реакций «Reaxys»	Принадлежность сторонняя-издательство « Elsevier». Договор №86 от 25.11.2015 г. Ссылка на сайт- www.reaxys.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	БД « Reaxys» содержит информацию: - 55 млн. органических, неорганических и металлоорганических соединений; - 36 млн. химических реакций; - 500 млн. опубликованных результатов экспериментов.
3	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ им. Д.И. Менделеева Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ.
4	Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России»	Принадлежность сторонняя. Реквизиты договора – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», договор № 165-924/м от 08.04.2015 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://reforma.kodeks.ru/reforma/ Сумма договора - 284988 р. Количество ключей - локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД
5	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД)	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – РГБ, договор № 095/04/0122 от 30.03.2015 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://diss.rsl.ru/ Сумма договора - 99710-00	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки";

		Количество ключей – 10 (локальный доступ с компьютеров ИБЦ).	с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.
6	Электронная версия Реферативного журнала «ХИМИЯ» на CD	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «НТИ-КОМПАКТ», договор № 399 от 09.01.2015 г. Сумма договора - 206 736 р. Количество ключей - локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	Реферативный журнал (РЖ) "Химия", публикует рефераты, аннотации, библиографические описания книг и статей из журналов и сборников, материалов научных конференций...
7	БД ВИНТИ РАН	Принадлежность сторонняя Реквизиты договора – ФГБУН ВИНТИ, договор № 10/IV от 18.02.2015 г. Ссылка на сайт - http://www2.viniti.ru/ Сумма договора - 20 000 р. Количество ключей - доступ к ресурсу локальный, обеспечивается сотрудниками ИБЦ. http://www2.viniti.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=236&xmf=p&Itemid=101	База данных (БД) ВИНТИ РАН - крупнейшая в России по естественным, точным и техническим наукам. Общий объем БД - более 28 млн. документов. БД формируется по материалам периодических изданий, книг, фирменных изданий, материалов конференций, тезисов, патентов, нормативных документов, депонированных научных работ, 30 % которых составляют российские источники.
8	ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № SU-20-11/2014-2 от 11.12.2014 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Сумма договора - 751230-40 р. Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Электронные издания, электронные версии периодических или неперидических изданий
9	Royal Society of Chemistry Journals	Принадлежность сторонняя Реквизиты договора – НП «НЭИКОН, договор № 17-3.1-14/15 от 02.12.2014 г., Ссылка на сайт – http://www.rsc.org Сумма договора - 178 284 р. Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Ресурсы издательства, принадлежащего Королевскому Химическому обществу (Великобритания).
10	Nature - научный журнал Nature Publishing Group	Принадлежность сторонняя Реквизиты договора – НП НЭИКОН, Государственный контракт № 14.596.11.0002 от	Мультидисциплинарный журнал, обладающий самым высоким в мире индексом цитирования.

		<p>25 февраля 2014 г. Ссылка на сайт – http://www.nature.com/nature/index.html Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>	
11	Wiley	<p>Принадлежность сторонняя Реквизиты договора – ФГУП «Внешнеэкономическое объединение «Академинторг РАН», договор № АИТ 14-3-298/19-3.1-14/15 от 27.11.2014 г. http://www.informaworld.com Сумма договора - 300707 руб. Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.</p>	Ресурс содержит более 1300 журналов по всем областям знаний, в том числе более 300 по техническим и естественным наукам.
12	Springer	<p>Принадлежность сторонняя Реквизиты договора – НП НЭИКОН, договор № 18-3.1-14/15 от 02.12.2014 г. Ссылка на сайт – http://link.springer.com/ Сумма договора - 521146 р. Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.</p>	Электронные научные информационные ресурсы издательства Springer.
13	Scopus	<p>Принадлежность сторонняя Реквизиты договора – ГПНТБ, договор « 2/БП/41 от 01.12.2014г. Ссылка на сайт – http://www.scopus.com Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER
14	Ресурсы международной компании Thomson Reuters на платформе Web of Knowledge	<p>Принадлежность сторонняя Реквизиты договора – ГПНТБ, договор « 1/БП/41 от 01.11.2014г. Ссылка на сайт – http://webofknowledge.com Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE - реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE - реферативная база данных по медицине. Journal Citation Reports – сведения по цитируемости журналов.

15	Science – научный журнал (электронная версия научной базы данных SCIENCE ONLINE-SCIENCE NOW) компании The American Association for Advancement of Science	Принадлежность сторонняя Реквизиты договора – НП НЭИКОН, Государственный контракт № 14.596.11.0002 от 25.02.2014 г. Ссылка на сайт – www.science.com Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Science – один из самых авторитетных американских научно-популярных журналов. Новости науки и техники, передовые технологии, достижения прогресса, обсуждение актуальных проблем и многое другое.
16	Справочно-правовая система «Гарант»	Принадлежность сторонняя Реквизиты договора- №76-79з/2013 от 25.12.2013 г. Ссылка на сайт – http://www.garant.ru/ Сумма договора - 397027-20 Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.	Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
17	American Chemical Society	Принадлежность сторонняя Реквизиты договора – НП НЭИКОН, Государственный контракт № 14.596.11.0002 от 25 февраля 2014 г. Ссылка на сайт – http://pubs.acs.org/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society
18	Американский институт физики (AIP)	Принадлежность сторонняя Реквизиты договора – НП НЭИКОН, Государственный контракт № 14.596.11.0002 от 25.02.2014 г. Ссылка на сайт- http://scitation.aip.org Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP)

5.4. Контроль качества освоения программы магистратуры. Фонды оценочных средств

Контроль качества освоения программы магистратуры включает в себя текущий контроль успеваемости, промежуточную и итоговую (государственную итоговую) аттестацию обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплин и прохождения практик, промежуточная аттестация обучающихся – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплинам, прохождения практик, выполнения научных исследований.

Фонды оценочных средств включают: контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий, контрольных работ, зачетов и экзаменов, примерную тематику рефератов, курсовых работ; иные формы контроля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся. Оценочные средства представлены в рабочих программах дисциплин.

Государственная итоговая аттестация обучающегося является обязательной и осуществляется после освоения программы магистратуры в полном объеме. В [http://base.garant.ru/70829260/ - block_68](http://base.garant.ru/70829260/-block_68) «Государственная итоговая аттестация» входит защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты.

Матрица компетенций по направлению подготовки высшего образования 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии магистерской программе «Информационные системы для проектирования энерго- и ресурсосберегающих производств»

Компетенции		Общекультурные компетенции					Общепрофессиональные компетенции					Профессиональные компетенции																		
		ОК-1	ОК-2	ОК-3	ОПК-1	ОПК-2	ОПК-3	ОПК-4	ОПК-5	ПК-1	ПК-2	ПК-3	ПК-4	ПК-5	ПК-6	ПК-7	ПК-8	ПК-9	ПК-10	ПК-11	ПК-12	ПКД-1	ПКД-2	ПКД-3						
		Наименование дисциплины																												
Базовая часть	Философский проблемы науки и техники		+	+	+		+																							
	Иностранный язык					+																								
	Моделирование технологических и природных систем		+					+																						
	Дополнительные главы математики		+		+			+																						
	Информационные технологии в образовании					+			+																					
Вариативная часть	Обязательные дисциплины	Эволюционные методы и алгоритмы оптимизации		+		+			+		+		+		+															
		Методы исследования и моделирования информационных процессов и технологий		+					+		+	+	+																	
		Виртуализация и облачные вычисления		+																					+					
		Теория принятия оптимальных решений		+												+			+	+										
		Современные системы автоматизированного проектирования				+							+					+											+	
	Дисциплины по выбору	Методы термодинамики и нелинейной динамики в химии		+		+			+		+		+		+					+										
		<i>Проектирование деталей и оборудования в AutoCad</i>				+																							+	
		Системная и программная инженерия				+				+	+							+	+	+										
		<i>Основы использования технологии "CUDA"</i>							+																	+				
		Интеллектуальные системы								+				+		+			+											
<i>Информационная безопасность</i>									+																	+				
	Учебная практика											+	+	+	+								+			+		+		
	Технологическая практика										+	+	+		+		+	+	+	+	+	+								
	Преддипломная практика										+		+			+	+							+	+		+	+	+	
	НИР									+	+	+	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	Государственная итоговая аттестация										+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	