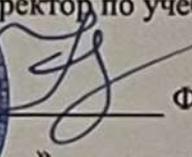


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе


Ф.А. Колоколов

» _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

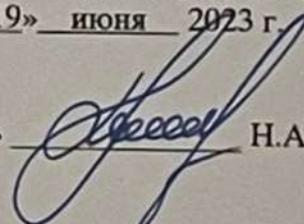
«Автоматизированные системы управления химико-технологическими процессами и системами»

Направление подготовки – 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки – «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика»

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«19» июня 2023 г.

Председатель  Н.А. Макаров

Москва 2023

Программа составлена старшим преподавателем кафедры кибернетики химико-технологических процессов В. Л. Лукьяновым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов РХТУ им.Д.И. Менделеева «26» апреля 2023 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой кибернетики химико-технологических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Автоматизированные системы управления химико-технологическими процессами и системами» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области дисциплин, изученных ранее: «Математика», «Информатика», «Физика» «Электротехника и промышленная электроника», «Процессы и аппараты химической технологии», «Общая химическая технология», «Математическое моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», «Системы управления химико-технологическими процессами», «Современные технологии автоматизации химико-технологических процессов».

Цель дисциплины – формирование у обучающегося системы знаний, навыков и умений, необходимых для осуществления профессиональной деятельности, связанной с эксплуатацией и проектированием автоматизированных систем управления химико-технологическими процессами и системами (АСУ ХТП и С).

Основные задачи дисциплины, решение которых обеспечивает достижение цели:

- изучение основ теории автоматических и автоматизированных систем управления;
- изучение технического, математического и программного обеспечения современных автоматизированных систем управления химико-технологическими процессами и системами (АСУ ХТП и С);
- освоение методов выбора технических и программных средств АСУ ХТП и С;
- обучение основам разработки программного обеспечения АСУ ХТП и С;
- изучение типовых решений по автоматизации наиболее распространенных химико-технологических систем;
- формирование навыков проектирования АСУ ХТП и С;
- приобретение навыков как индивидуального решения задач в области АСУ ХТП и С, так и работы в составе команды разработчиков.

Дисциплина «Наименование дисциплины» преподается в 8 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-1. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ПК-1.3. Владеет навыками технологических расчетов, определения технологических показателей процесса, управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).
Исследование и разработка средств и систем автоматизации и управления различного назначения, в том	Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды	ПК-5. Способен проводить расчеты и выбирать средства автоматизации и управления технологическими процессами и сис-	ПК-5.1. Знает основные этапы анализа и синтеза одно- и многоконтурных систем автоматического регулирования химико-технологических процессов	Профессиональный стандарт 40.057 "Специалист по автоматизированным системам управления производством" утвержденный приказом Министерства труда и социальной

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<p>числе жизненным циклом продукции и ее качеством применительно к конкретным условиям производства на основе отечественных и международных нормативных документов</p>	<p>профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>	<p>темами в области профессиональной деятельности</p>	<p>ПК-5.2. Умеет составлять базовую схему регулирования химико-технологического процесса с использованием принятых обозначений, использовать современные программно-аппаратные средства автоматизированного управления ПК-5.3. Владеет методами расчета, сравнения и выбора оптимальных схем регулирования технологических процессов с использованием специализированного программного обеспечения.</p>	<p>защиты Российской Федерации от 13.10.2014 N 713н Обобщенная трудовая функция С. Проведение работ по проектированию АСУП. С/01.6. Проектирование отдельных элементов и подсистем АСУП (уровень квалификации – 6) С/02.6. Изучение и представление руководству отчетов о передовом национальном и международном опыте разработки и внедрения АСУП (уровень квалификации – 6) Обобщенная трудовая функция D. Проведение работ по управлению ресурсами АСУП. D/01.6. Обработка данных о функционировании производственных подсистем АСУП (уровень квалификации – 6) D/02.6. Обработка данных о состоянии материальной базы АСУП (уровень квалификации – 6).</p>

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- структуру и функции АСУ ТП;
- технические средства современных АСУ ТП;
- алгоритмы сбора и обработки информации, расчета технико-экономических показателей;
- алгоритмы управления;
- основы теории управления с предсказанием;
- принципы разработки систем усовершенствованного управления (СУУТП);
- основные классы программного обеспечения АСУ;
- типовые решения по автоматизации основных технологических процессов (гидромеханических, тепловых, теплообменных, химических, нефтехимических и биотехнологических производств);

Уметь:

- составлять структурные параметрические модели ХТП и ХТС;
- классифицировать технологические параметры объекта управления;
- синтезировать принципиальные схемы управления ХТП и ХТС;
- выбирать средства КИП и А (датчики, измерительные приборы, исполнительные устройства, регуляторы, контроллеры, модули ввода-вывода);
- находить параметры настройки цифровых регуляторов;
- использовать программное обеспечение для настройки цифровых регуляторов и программирования контроллеров;
- оценивать эффективность работы систем управления (в том числе СУУТП);
- читать и самостоятельно разрабатывать функциональные схемы автоматизации;

Владеть:

- языками программирования контроллеров и навыками разработки программного обеспечения для управления непрерывными и периодическими процессами;
- базовыми навыками проектирования АСУ ХТП и С.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,67	96	72
Лекции (Лек)	0,444	16	12
Практические занятия (ПЗ)	1,333	48	36
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,899	32	24
Самостоятельная работа (СР):	2,33	84	63
Контактная самостоятельная работа	2,33	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		83,6	62,7
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Подготовка к экзамену	1	35,6	26,7
Контактная работа – промежуточная аттестация		0,4	0,3
Вид контроля:	Экзамен и зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий для студентов очного отделения

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек.	ПЗ	ЛЗ	СР
1.	Раздел 1. Введение в АСУ и основы проектирования. Техническое обеспечение АСУ ТП	56	4	16	6	25
1.1	Основы проектирования АСУ	13	1	4	-	7
1.2	Техническое обеспечение АСУ ТП	19	1	4	6	7
1.3	Передача информации в АСУ ТП	12	1	4	-	6
1.4	Информационно-измерительные каналы	12	1	4	-	5
2.	Раздел 2. Программное и математическое обеспечение АСУ ТП	80	6	18	26	25
2.1	Программное обеспечение АСУ ТП и компьютерных тренажеров операторов технологического процесса	13	1	2	6	4
2.2	Разработка программного обеспечения (ПО) для управления технологическими объектами в среде программирования контроллеров (ПЛК)	21	1	8	4	6
2.3	Первичная обработка измерительной информации и основные алгоритмы управления	24	2	4	8	8
2.4	Управление с прогнозирующей моделью как основа СУУТП	22	2	4	8	7
3.	Раздел 3. Типовые АСУ в химической промышленности	80	6	14	-	34
3.1	Управление гидромеханическими процессами	7,5	0,5	1	-	3
3.2	Управление теплообменными процессами	10,5	0,5	2	-	5
3.3	Управление тепло-массообменными процессами	11	1	2	-	5
3.4	Управление процессами ректификации	13	1	3	-	6
3.5	Управление процессами абсорбции	11	1	2	-	5
3.6	Управление процессами сушки и экстракции	11	1	2	-	5
3.7	Управление химическими процессами	16	1	2	-	7
	ИТОГО	180	16	48	32	84
	Экзамен	36				
	ИТОГО	216				

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы проектирования АСУ ХТП и С. Техническое обеспечение АСУ ХТП и С.

1.1. Классификация и иерархия автоматизированных систем управления (АСУ).

Основные принципы проектирования АСУ. Стадии и этапы создания АСУ. Разработка функциональных схем автоматизации. Принципы разработки систем усовершенствованного управления (СУУТП).

1.2. Техническое обеспечение АСУ ТП.

Структура современных АСУ ТП. Технические средства АСУ ТП: измерительные приборы, датчики, исполнительные устройства, измерители-регуляторы, программируемые логические контроллеры (ПЛК), панели оператора, автоматизированные рабочие места, сети и шины передачи данных. Входные и выходные устройства ПЛК, модули ввода-вывода, понятие о распределенных системах управления. Обзор контроллеров СУУТП ведущих производителей.

1.3. Передача информации в АСУ ТП.

Сигналы и каналы передачи. Полевые шины, основные интерфейсы и протоколы передачи данных.

1.4. Информационно-измерительные каналы (ИИК).

Структура ИИК. Преобразования сигналов в ИИК. Квантование по времени. Квантование по уровню. Кодирование сигналов. Преобразователи аналоговых и цифровых сигналов.

Раздел 2. Программное и математическое обеспечение АСУ ТП.

2.1. Программное обеспечение АСУ ТП и компьютерных тренажеров операторов технологического процесса.

SCADA-пакеты и системы, технология OPC. Основные принципы разработки, отладки и ввода в действие ПО АСУ ТП. Имитационное моделирование в АСУ ТП, базовые принципы создания компьютерных тренажеров операторов АСУ ТП.

2.2. Разработка программного обеспечения (ПО) для управления технологическими объектами в среде программирования контроллеров (ПЛК).

Рабочий цикл ПЛК. Структура проекта ПО, компоненты организации программ. Приемы разработки программ реального времени. Особенности разработки ПО для управления непрерывными и периодическими процессами.

2.3. Первичная обработка измерительной информации и основные алгоритмы управления.

Оценка измеряемой величины по показаниям датчика. Фильтрация измеряемых величин. Основные алгоритмы цифрового управления: позиционное регулирование, импульсное регулирование, цифровой ПИД-регулятор. Адаптивное управление на примере алгоритма адаптивного трехпозиционного регулирования.

2.4. Управление с прогнозирующей моделью как основа СУУТП.

Основы теории управления с предсказанием. Классификация и принципы построения прогнозирующих моделей. Структура регулятора с прогнозирующей моделью. Классификация переменных СУУТП. Использование виртуальных анализаторов. Способы оценки эффективности СУУТП.

Раздел 3. Типовые решения по автоматизированному управлению ХТП и ХТС.

3.1. Управление гидромеханическими процессами.

Управление системами перемещения сырья и материалов. Особенности управления центробежными и объемными насосами. Системы перемещения полупродуктов и продуктов между технологическими аппаратами. Системы управления длительностью пребывания в цепочке последовательно соединенных аппаратов.

3.2. Управление теплообменными процессами.

Теплообменники смешения и поверхностные теплообменники как объекты управления: балансовые уравнения, параметрическая схема процесса теплообмена, статические и динамические характеристики теплообменников. Варианты схем автоматического управления. Управление теплообменниками при изменении фазового состояния теплоносителей.

3.3. Управление тепло-массообменными процессами.

Управление процессами выпаривания. Математическая модель процесса выпаривания. Показатель эффективности и цель управления. Параметрическая схема процесса выпаривания. Методы измерения концентрации упаренного раствора. Сравнительный анализ типовых схем управления процессом выпаривания. Прямое и перекрестное регулирование выпарного аппарата. Схема регулирования давления.

3.4. Управление процессами ректификации.

Ректификационная колонна и её вспомогательное оборудование. Показатель эффективности и цель управления. Материальный баланс ректификационной установки.

Параметрическая схема процесса ректификации. Регулирование состава дистиллята. Регулирование состава кубового продукта. Каскадные АСР и схемы регулирования соотношения расходов с коррекцией по составу дистиллята и кубового продукта. Применение СУУТП на примере управления процессом ректификации.

3.5. Управление процессами абсорбции.

Показатель эффективности и цель управления. Основные уравнения массопередачи и теплопередачи. Параметрическая схема процесса абсорбции. Одноконтурные схемы регулирования процесса абсорбции. Комбинированные схемы регулирования процесса абсорбции. Трехимпульсная схема регулирования процесса абсорбции. Комбинированная схема регулирования процессов абсорбции с двухточечной подачей абсорбента в середину и верх абсорбера для улучшения разделительной способности колонны. Принципиальная схема регулирования двух последовательно соединенных абсорберов. Сочетание процесса абсорбции с процессом десорбции.

3.6. Управление процессами сушки и экстракции.

Показатель эффективности и цель управления процессами сушки. Сушка в аппаратах с большим временем пребывания (более 1 часа). Одноконтурная и каскадная схемы регулирования барабанной сушилки. Сушилки с малым временем пребывания: распылительные сушилки и сушилка с кипящим слоем (КС). Принципиальные схемы систем управления. Примеры параметрических схем процессов сушки. Показатель эффективности, цель управления процессами сушки, параметрическая схема.

Управление процессами экстракции. Принципиальные схемы систем управления экстракционной колонной.

3.7. Управление химическими процессами.

Управление жидкофазными реакторами. Одноемкостный реактор смешения: одноконтурная, каскадная и комбинированная системы автоматического регулирования концентрации смеси, схема регулирования температуры. Системы автоматизации очистки сточных вод. Примеры систем управления газофазными реакторами. Управление процессом пиролиза. Печи пиролиза как объект управления. Показатель эффективности и цель управления. Параметрическая схема для печи пиролиза. Экономический критерий оптимизации процесса пиролиза. Системы стабилизации температурного режима: одноконтурные, каскадные, комбинированные.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел	Раздел	Раздел
		1	2	3
знать:				
1	– структуру и функции АСУ ТП;	+		
2	– технические средства современных АСУ ТП;	+		
3	– алгоритмы сбора и обработки информации, расчета технико-экономических показателей;		+	
4	– алгоритмы управления;		+	
5	– основы теории управления с предсказанием;		+	
6	– принципы разработки систем усовершенствованного управления (СУУТП);		+	+
7	– основные классы программного обеспечения АСУ;		+	
8	– типовые решения по автоматизации основных технологических процессов (гидромеханических, тепловых, теплообменных, химических) химических, нефтехимических и биотехнологических производств;			+
уметь:				
9	– составлять структурные параметрические модели ХТП и ХТС;	+		+
10	– классифицировать технологические параметры объекта управления;	+		+
11	– синтезировать принципиальные схемы управления ХТП и ХТС;	+		+
12	– выбирать средства КИП и А (датчики, измерительные приборы, исполнительные устройства, регуляторы, контроллеры, модули ввода-вывода);	+		+
13	– находить параметры настройки цифровых регуляторов;		+	
14	– использовать программное обеспечение для настройки цифровых регуляторов и программирования контроллеров;		+	
15	– оценивать эффективность работы систем управления (в том числе СУУТП);		+	+
16	– читать и самостоятельно разрабатывать функциональные схемы автоматизации;	+		+
владеть:				
17	– языками программирования контроллеров и навыками разработки программного обеспечения для управления непрерывными и периодическими процессами;		+	+
18	– базовыми навыками проектирования АСУ ХТП и С.	+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:					
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
19	ПК-1. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ПК-1.3. Владеет навыками технологических расчетов, определения технологических показателей процесса, управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов	+	+	+
20	ПК-5. Способен проводить расчеты и выбирать средства автоматизации и управления технологическими процессами и системами в области профессиональной деятельности	ПК-5.1. Знает основные этапы анализа и синтеза одно- и многоконтурных систем автоматического регулирования химико-технологических процессов	+	+	+
21		ПК-5.2. Умеет составлять базовую схему регулирования химико-технологического процесса с использованием принятых обозначений, использовать современные программно-аппаратные средства автоматизированного управления	+	+	+
22		ПК-5.3. Владеет методами расчета, сравнения и выбора оптимальных схем регулирования технологических процессов с использованием специализированного программного обеспечения.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерный перечень тем практических занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1	1	Функциональные схемы автоматизации	1
2		Технические средства АСУ ТП	1
3		Интерфейсы и протоколы передачи данных в АСУ ТП	1
4		Изучение типового информационно-измерительного канала современной АСУ ТП	1
5	2	Классификация ПО АСУ ТП. Обзор современных SCADA-пакетов	1
6		Рабочий цикл ПЛК. Основные приемы программирования контроллеров в среде CoDeSys.	1
7		Имитационное моделирование объекта управления средствами CoDeSys и отладка управляющих программ	1
8		Способы программной реализации алгоритмов цифровой фильтрации, ПИД- и адаптивного трехпозиционного закона регулирования	1
9		Программная реализация регулятора с прогнозирующей моделью	1
10	3	Типовые схемы управления гидромеханическими процессами	1
11		Типовые схемы управления теплообменными процессами	1
12		Типовые схемы управления процессами выпаривания	1
13		Типовые схемы управления процессами ректификации	1
14		Типовые схемы управления процессами абсорбции	1
15		Типовые схемы управления процессами сушки и экстракции	1
16		Типовые схемы управления химическими процессами (на примере реактора смешения и печи пиролиза)	1

6.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Автоматизированные системы управления химико-технологическими процессами и системами», а также приобретению навыков разработки программного обеспечения АСУ.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 30 баллов (максимально по 15 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примерный перечень тем лабораторных работ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1.2; 2.2; 2.3	Разработка ПО АСУ аппаратом смещения непрерывного действия с использованием позиционного регулирования	16
2	1.2; 2.2; 2.3	Разработка ПО АСУ аппаратом смещения периодического действия	16
3	1.2; 2.2; 2.3	Разработка ПО АСУ каскадом аппаратов с использованием каскадной схемы регулирования	16
4	1.2; 2.2; 2.3	Разработка ПО АСУ каскадом аппаратов с использованием схемы связанного регулирования	16
5	1.2; 2.2; 2.3	Разработка ПО АСУ электрическим калорифером с использованием ПИД-закона регулирования	16
6	1.2; 2.2; 2.3	Разработка ПО АСУ электрическим калорифером с использованием адаптивного трехпозиционного регулирования	16
7	1.2; 2.2; 2.3	Разработка ПО АСУ климатической камерой с использованием ПИД-закона регулирования	16
8	1.2; 2.2; 2.3	Разработка ПО АСУ климатической камерой с использованием адаптивного трехпозиционного регулирования	16
9	1.2; 2.2; 2.3	Разработка ПО АСУ климатической камерой с использованием программного регулирования	16

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- изучение основной и дополнительной литературы, источников научно-технической информации по дисциплине, рекламных материалов изготовителей контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации;
- подготовку к сдаче экзамена.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 30 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 30 баллов) и итогового контроля в форме экзамена (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика курсовой работы

Курсовая работа выполняется в 8 семестре. Темы работы формируются по двум вариантам:

Вариант 1. Разработка функциональной схемы автоматизации и спецификации КИП и А для распределенной АСУ ТП (наименование технологического процесса).

Вариант 2. Разработка программного обеспечения распределенной АСУ ТП (наименование технологического процесса).

Примеры тем курсовой работы:

Разработка программного обеспечения распределенной АСУ ТП получения аммиачной селитры.

Разработка функциональной схемы автоматизации и спецификации КИП и А для распределенной АСУ ТП синтеза карбамида.

8.2. Контрольные работы

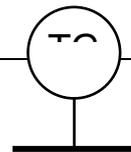
Контрольная работа № 1 предусматривает оценку знаний, умений и навыков по разделам № 1, 2.

Контрольная работа № 1 состоит из 3 заданий, каждое оценивается 5 баллами.

Пример варианта контрольной работы № 1.

Вариант 1.

1. Понятие АСУ, АСР, АСУ ТП, АСУП
2. Расшифровать условное обозначение прибора:
3. Изобразить условное обозначение прибора по его описанию: «Прибор для измерения соотношения расходов показывающий, регистрирующий, установленный на щите».



Контрольная работа № 2 предусматривает оценку знаний, умений и навыков по разделу № 3.

Контрольная работа № 2 состоит из 2 заданий, первое оценивается 7 баллами, второе – 8 баллами.

Пример варианта контрольной работы № 2.

Вариант 1.

1. Одноконтурная и комбинированная схемы управления процессом нагрева в трубчатом теплообменнике.
2. Комбинированная схема регулирования процесса абсорбции с дополнительным импульсом по расходу исходной смеси.

8.3. Оценочные средства по лабораторным работам

Максимальная оценка за лабораторные работы № 1 и № 2 — по 15 баллов. Форму контроля рекомендуется выбирать с учетом темы лабораторной работы и индивидуальных особенностей обучаемого. Такой формой может быть устный опрос, в ходе которого обучаемый отвечает на вопросы из перечня контрольных вопросов (п. 8.3.1).

8.3.1. Примерный перечень контрольных вопросов по лабораторным работам

1. Устройство и принцип действия лабораторной установки, что является объектом управления.
2. Перечислить контрольно-измерительные приборы и средства автоматизации, используемые в работе.
3. Какие алгоритмы первичной обработки информации были использованы в работе?
4. Какие законы регулирования были использованы в работе?
5. Какие схемы АСР были использованы в работе?
6. Какие методы расчета АСР были использованы в работе?
7. Назначение элементов разработанной управляющей программы.
8. Назначение элементов разработанной визуализации.

8.4. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен)

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит три вопроса. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 20 баллов.

1. Иерархическая структура АСУ
2. Функции АСУ ТП
3. Обеспечивающие системы АСУ ТП
4. Стадии и этапы проектирования АСУ ТП

5. Структура современных АСУ ТП
6. Программируемый логический контроллер (ПЛК), отличия от ИРТ. Входы и выходы ПЛК
7. Измеритель-регулятор технологический (ИРТ), отличия от ПЛК. Входы и выходы ИРТ
8. Передача информации в АСУ ТП. Аналоговые и цифровые сигналы. Стандартные электрические и пневматические сигналы
9. Передача информации в АСУ ТП. Последовательный интерфейс RS-485
10. Передача информации в АСУ ТП. Протокол HART
11. Передача информации в АСУ ТП. Протокол Modbus
12. Информационно-измерительный канал (ИИК), его структура и предназначение.
- Преобразование сигналов в ИИК
13. Преобразование аналоговых сигналов в дискретную форму: квантование по времени
14. Теорема Котельникова. Выбор такта квантования по времени
15. Преобразование аналоговых сигналов в дискретную форму: квантование по уровню
16. Кодирование измерительной информации, дерево кодирования
17. Преобразователи аналоговых и цифровых сигналов (АЦП и ЦАП)
18. SCADA-пакеты и системы
19. Технология OPC (OPC DA, OPC UA)
20. Компьютерные тренажеры операторов АСУ ТП
21. Рабочий цикл ПЛК
22. Компоненты организации программ (POU) CoDeSys
23. Простые типы данных CoDeSys
24. Операторы языка FBD
25. Алгоритм определения оценки измеряемой величины по показанию датчика
26. Аналоговая фильтрация сигналов
27. Фильтрация сигналов. Алгоритм экспоненциальной фильтрации
28. Фильтрация сигналов. Алгоритм фильтра скользящего среднего
29. Двухпозиционные регуляторы с «полным» и «неполным притоком», их статические характеристики, алгоритмы регулирования
30. Двухпозиционный регулятор с гистерезисом, алгоритм регулирования
31. Трехпозиционный регулятор, его настройка и статическая характеристика, алгоритм регулирования
32. Импульсное регулирование. Широтно-импульсная модуляция
33. Цифровой ПИД-регулятор: алгоритм позиции
34. Цифровой ПИД-регулятор: алгоритм приращений
35. Адаптивное управление, классификация адаптивных регуляторов
36. Адаптивный трехпозиционный регулятор с адаптацией средней позиции
37. Системы усовершенствованного управления: понятие, место в иерархии АСУ предприятия, принципы разработки.
38. Регулятор с прогнозирующей моделью.
39. Понятие виртуального анализатора. Применение виртуальных анализаторов в СУ-УТП.
40. Управление перемещением полупродуктов и продуктов между технологическими аппаратами
41. Управление теплообменными процессами в поверхностных теплообменниках
42. Управление процессами выпаривания
43. Управление процессом ректификации при небольших возмущениях
44. Управление процессом ректификации: регулирование состава дистиллята
45. Управление процессом ректификации: регулирование состава кубового продукта
46. Способы регулирования давления в ректификационных колоннах
47. Одноконтурные и комбинированные схемы управления процессом одноступенчатой абсорбции
48. Схемы управления процессом двухступенчатой абсорбции (в одном аппарате и в

двух последовательно соединенных аппаратах)

49. Управление процессом «абсорбция-десорбция» на примере очистки газа от сероводорода
50. Управление процессом экстракции
51. Одноконтурная и каскадная АСР барабанной сушилки
52. Управление процессом сушки в распылительной сушилке
53. Управление процессом сушки в сушилке «кипящего слоя»
54. Управление жидкофазными одноемкостными реакторами смешения
55. Управление газофазным реактором на примере контактного аппарата сернокислотного производства
56. Управление печами пиролиза

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

8.5. Структура и пример билета для экзамена

Экзамен по дисциплине «Автоматизированные системы управления химико-технологическими процессами и системами» проводится в 8 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из трех вопросов.

Пример билета для экзамена:

<i>«Утверждаю»</i> Зав. каф. КХТП <small>(Должность, название кафедры)</small> Глебов М.Б. <small>(Подпись) (Фамилия И. О.)</small> «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева КАФЕДРА КИБЕРНЕТИКИ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ Направление подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
---	---

Билет № 1

- 1 (10 баллов). Иерархическая структура АСУ
- 2 (10 баллов). Алгоритм определения оценки измеряемой величины по показанию датчика
- 3 (20 баллов). Управление печами пиролиза

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. Дубровский И.И., Лукьянов В.Л. Проектирование автоматизированных систем управления химико-технологическими процессами и системами. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2015. 212 с.
2. Лукьянов В. Л. Управление технологическими объектами с использованием программируемых логических контроллеров и SCADA-систем. Лабораторный практикум: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2021. – 156 с.

Б) Дополнительная литература:

1. Дудников Е.Г. Автоматическое управление в химической промышленности. – М.: Химия, 1987. – 368 с.
2. Программирование логических контроллеров в среде CoDeSys: учеб. пособие/ И. И. Дубровский, В. Л. Лукьянов, А. М. Шеховцова. – М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2009. 143 с.
3. Теория и практика применения позиционных законов регулирования в химической технологии / И. И. Дубровский, В. Л. Лукьянов, В. З. Магергут.– М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2012. 260 с.
4. Голубятников В.А., Шувалов В.В. Автоматизация производственных процессов в

химической промышленности/ СПб.: Химия, 1985. - 352 с.

5. Микропроцессорные системы управления: учеб. пособие/ В. П. Плютто, И. И. Дубровский, В. Л. Лукьянов.– М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2008. 196 с.

6. Типовые решения по автоматизации технологических процессов в химической промышленности / В. П. Плютто, И. И. Дубровский, В. Л. Лукьянов.– М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2008. 128 с.

7. ГОСТ 34.601-90. ЕСС АСУ. «Автоматизированные системы. Стадии создания».

8. ГОСТ 24.104-85. «Информационная технология. Автоматизированные системы управления. Общие требования».

9. ГОСТ 21.208-2013. «Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».

10. ГОСТ 21.408-93. Межгосударственный стандарт. «Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов»

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Журнал «Автоматизация в промышленности». ISSN: 1819-5962.
- Журнал «СТА» («Современные технологии автоматизации»). ISSN: 0206-975X.
- Journal of Process Control. ISSN: 0959-1524.
- Журнал «Computers and Chemical Engineering». ISSN: 0098-1354.
- Журнал «IEEE CONTROL SYSTEMS MAGAZINE». ISSN: 0272-1708.
- Журнал «IEEE Journal of Industry Applications». ISSN: 2187-1094.
- Рекламные материалы ведущих производителей контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16, (общее число слайдов – 319);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100);
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 56).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1 727 628 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Лаборатория, включающая лабораторные установки, оснащенные программируемыми логическими контроллерами и персональными компьютерами.

11.2. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

На кафедре КХТП используются информационно-методические материалы: инструкции по технике безопасности в компьютерном классе; методические рекомендации к практическим и лабораторным занятиям; учебные пособия; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; справочные материалы.

На кафедре КХТП используются электронные образовательные ресурсы: междисциплинарная автоматизированная система обучения на основе сетевых технологий для подготовки химиков-технологов; инновационный учебно-методический комплекс по проблемам химической безопасности и биологической безопасности; специализированное программное обеспечение; базы данных специализированного назначения, используемые при проведении научных исследований бакалаврами и при изучении соответствующих разделов дисциплины.

11.3. Перечень лицензионного программного обеспечения

№	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Windows 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License, Номер лицензии 62795478	10	Бессрочно
2	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License, Номер лицензии 47837477	10	Бессрочно

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение в АСУ и основы проектирования. Техническое обеспечение АСУ ТП	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - структуру и функции АСУ ТП; - технические средства современных АСУ ТП; - алгоритмы сбора и обработки информации, расчета технико-экономических показателей; - алгоритмы управления; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - составлять структурные параметрические модели ХТП и ХТС; 	<ul style="list-style-type: none"> Оценка за контрольную работу Оценка за лабораторные работы Оценка за курсовую работу Оценка за экзамен

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<ul style="list-style-type: none"> - классифицировать технологические параметры объекта управления; - синтезировать принципиальные схемы управления ХТП и ХТС; - выбирать средства КИП и А (датчики, измерительные приборы, исполнительные устройства, регуляторы, контроллеры, модули ввода-вывода); - читать и самостоятельно разрабатывать функциональные схемы автоматизации; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - базовыми навыками проектирования АСУ ХТП и С. 	
<p>Раздел 2. Программное и математическое обеспечение АСУ ТП</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - классификацию систем автоматического управления, их основные элементы и принципы построения; - основные законы управления; - основы теории управления с предсказанием; - принципы разработки систем усовершенствованного управления (СУУТП). <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - находить параметры настройки цифровых регуляторов; - использовать программное обеспечение для настройки цифровых регуляторов и программирования контроллеров; - оценивать эффективность работы систем управления (в том числе СУУТП). <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - языками программирования контроллеров и навыками разработки программного обеспечения для управления непрерывными и периодическими процессами. 	<p>Оценка за контрольную работу</p> <p>Оценка за лабораторные работы</p> <p>Оценка за курсовую работу</p> <p>Оценка за экзамен</p>
<p>Раздел 3. Типовые АСУ в химической промышленности</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - классификацию систем автоматического управления, их основные элементы и принципы построения. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - синтезировать принципиальные схемы управления ХТП и ХТС; - читать и самостоятельно разрабатывать функциональные схемы автоматизации; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - базовыми навыками проектирования АСУ ХТП и С. 	<p>Оценка за контрольную работу</p> <p>Оценка за курсовую работу</p> <p>Оценка за экзамен</p>

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета,

программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе



Ф.А. Колоколов

« 20 » июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Аналитическая химия»

Направление подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Профиль – «Основные процессы химических производств и химическая
кибернетика»

Квалификация «бакалавр»

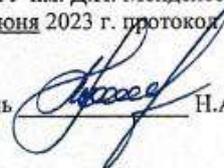
РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО

на заседании Методической комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

«19» июня 2023 г. протокол №19

Председатель



Н.А. Макаров

Москва 2023

Программа составлена д.х.н., профессором кафедры аналитической химии В.В.Кузнецовым, к.х.н., доцентом кафедры аналитической химии Е.В.Крыловой, ст. преп. Кобец У.Л., ст. преп. кафедры аналитической химии Е.Г. Шалимовой.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Аналитической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева «10» мая 2025 г., протокол № 6

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» профиль «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика», рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой аналитической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

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

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

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

Дисциплина «*Аналитическая химия*» преподается в 4 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих профессиональных компетенций:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения
Тип задач профессиональной деятельности: технологический			
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по	Химическое, химико-технологическое производство; Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-2 Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом	ПК-2.1 Знает основные методы приемы пробоотбора и пробоподготовки анализируемых объектов, методы разделения и концентрирования веществ; ПК-2.2 Умеет проводить лабораторные исследования и анализы отобранных проб; ПК-2.3 Владеет навыками работы с аналитическим оборудованием и знает правила его эксплуатации.

разработке технологической документации.		требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретиров ать экспериментал ьные данные	

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные понятия, термины, методы и приемы качественного и количественного химического анализа;
- теоретические основы физико-химических методов анализа;
- принципы работы основных приборов, используемых для проведения качественного и количественного анализа;

Уметь:

- применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач;
- проводить обоснованный выбор метода анализа с учетом целей и особенностей данной практической задачи;
- проводить расчеты на основе проведенных исследований;
- проводить метрологическую оценку результатов количественного химического анализа

Владеть:

- основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа;
- приемами интерпретации результатов анализа на основе квалитетических оценок;
- методологией химических и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике;
- основами системы выбора методов качественного и количественного химического анализа для решения конкретных задач.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,23	80,4	60,3
Лекции	0,45	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	1,34	48,4	36,3
Самостоятельная работа	1,77	63,6	47,7
Контактная самостоятельная работа	1,77		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		63,6	47,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1	Раздел 1. Идентификация ионов элементов в растворах	32	6	12	6	8
1.1	Введение в современную аналитическую химию.	4	1	-	1	2
1.2	Специфика задач аналитической химии.	4	1	-	1	2
1.3	Химические равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, применяемых в аналитической химии	18	2	12	2	2
1.4	Качественные и количественные аналитические реакции с органическими аналитическими реагентами в анализе неорганических веществ.	6	2	-	2	2
	Раздел 2. Количественный химический анализ	92	8	4	40	40
2.1	Принципы и задачи количественного анализа.	4,5	0,5	-	2	2
2.2	Титриметрический анализ. Типы реакций, используемых в титриметрии. Требования, предъявляемые к ним.	15	1	4	4	6
2.3	Реакции нейтрализации в количественном химическом анализе.	17,5	1,5	-	8	8
2.4	Аналитические реакции комплексообразования и осаждения в количественном химическом анализе.	19	2	-	9	8
2.5	Аналитические реакции окисления-восстановления в количественном химическом анализе.	19	2	-	9	8
2.6	Ионообменная хроматография в количественном химическом анализе.	17	1	-	8	8
3.	Раздел 3. Введение в физико-химические (инструментальные) методы анализа.	20	2		2	16
3.1	Классификация инструментальных методов анализа (ФХМА). Аналитический сигнал как информативная функция состава вещества.	6,5	0,5			6

3.2	Аналитические и метрологические характеристики ФХМА	9	1		2	6
3.3	Общая характеристика спектральных, электрохимических и хроматографических методов анализа	4,5	0,5			4
	ИТОГО	144	16	16	48	64

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Идентификация ионов элементов в растворах

1.1 Введение в современную аналитическую химию.

Аналитическая химия как основа методов изучения и контроля химического состава веществ в материальном производстве, научных исследованиях, в контроле объектов окружающей среды. Виды анализа. Элементный, молекулярный, фазовый и изотопный анализ. Количественный и качественный анализ органических и неорганических веществ. Химические, физико-химические методы анализа, их взаимосвязь, соотношение и применение. Аналитический сигнал как носитель качественной и количественной информации об объекте анализа. Постановка аналитической задачи. Алгоритм проведения анализа: отбор средней пробы, подготовка пробы к анализу, измерение аналитического сигнала и его метрологическая оценка, расчет результатов анализа и их интерпретация. Примеры решения задач аналитического контроля в химической технологии, в анализе объектов окружающей среды и др. Понятия о современных методах элементного анализа: атомно-эмиссионный анализ, атомно-абсорбционный анализ, рентгенофлуоресцентный анализ.

1.2 Специфика задач аналитической химии.

Основные термины аналитической химии. Обнаружение. Определение. Анализ. Аналитические химические реакции как основа химического анализа. Качественные и количественные аналитические химические реакции. Требования, предъявляемые к ним. Специфика аналитических реакций, используемых в анализе. Аналитическая форма и аналитические признаки. Аналитические реакции и аналитические эффекты. Характеристики аналитических реакций: чувствительность, избирательность (селективность). Групповые, общие, частные, характерные и специфические реакции. Пути повышения избирательности и чувствительности аналитических реакций.

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

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

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

Аналитические реакции комплексообразования, осаждения, окисления-восстановления. Общие, ступенчатые и условные константы устойчивости комплексных соединений. Использование реакций комплексообразования в аналитической химии (обнаружение и количественное определение, маскирование). Использование реакций осаждения в аналитических целях. Константа равновесия реакций осаждения-растворения; факторы, влияющие на растворимость осадков. Расчет условий осаждения и растворения осадков. Окислительно-восстановительные равновесия. Стандартный и реальный окислительно-восстановительные потенциалы.

Химические и физико-химические способы определения рН растворов. Равновесия аналитических реакций комплексообразования и управление ими. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Константа равновесия и ее химико-аналитическое значение. Расчет коэффициентов побочных реакций.

1.4. Качественные и количественные аналитические реакции с органическими аналитическими реагентами в анализе неорганических веществ.

Органические аналитические реагенты (ОР). Классификация ОР по типу реакций с неорганическими ионами. Комплексообразующие ОР и строение их молекул: функционально-аналитическая и аналитико-активная группы. Особенности и преимущества использования ОР, области применения. Дополнительно: теория действия комплексообразующих ОР, учет ионного состояния ОР и металла. Гипотеза аналогий и практические выводы из нее. Природа химической связи в комплексах ОР с ионами металлов и ее проявление в цветности комплексов. Реакции ОР с хромофорными элементами. Интенсивность окраски аналитических форм и интенсивность поглощения. Использование реакций органических реагентов в фотометрическом анализе.

Раздел 2. Количественный химический анализ

2.1. Принципы и задачи количественного анализа.

Классификация методов количественного анализа. Требования, предъявляемые к химическим реакциям в количественном анализе. Этапы количественного определения. Характеристика результатов количественного химического анализа. Определение содержания вещества в растворе, расчетные формулы. Способы представления результатов анализа. Тесты на выявление систематических погрешностей в результатах количественного химического анализа. Пробоотбор и пробоподготовка.

2.2. Титриметрический анализ. Типы реакций, используемых в титриметрии.

Требования, предъявляемые к ним.

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

Дополнительно: инструментальные методы индикации ТЭ. Потенциометрическое титрование. Метод Грана. Другие способы установления конечной точки титрования.

2.3. Реакции нейтрализации в количественном химическом анализе.

Методы кислотно-основного титрования. Сущность метода кислотно-основного титрования. Кривые кислотно-основного титрования. Расчет и построение теоретических кривых титрования сильных и слабых одноосновных протолитов. Факторы, влияющие на величину скачка на кривых кислотно-основного титрования. Способы установления конечной точки титрования. Кислотно-основные индикаторы, интервал перехода окраски индикатора, показатель титрования (рТ). Правило выбора индикатора для конкретного случая титрования. Практическое применение реакций кислотно-основного взаимодействия.

Потенциометрическое титрование на основе реакций кислотно-основного взаимодействия. Индикаторные погрешности и их оценка.

2.4. Аналитические реакции комплексообразования и осаждения в количественном химическом анализе.

Использование комплексообразования в химическом анализе. Неорганические и органические лиганды. Комплексоны и их свойства. Условные константы устойчивости комплексонов и их практическое использование. Обоснование выбора оптимальных условий комплексонометрического титрования. Кривые комплексонометрического титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривых титрования. Способы установления Т.Э. и К.Т.Т. Металлохромные индикаторы, принцип их действия. Выбор индикатора для конкретного случая титрования. Аналитические возможности метода комплексонометрического титрования. Применение комплексонов в аналитической химии в качестве маскирующих агентов. Применение химических реакций комплексообразования в фотометрическом анализе, в методе кондуктометрического титрования. Реакции осаждения в количественном химическом анализе. Гравиметрический анализ. Теоретическое обоснование выбора оптимальных условий осаждения кристаллических и аморфных осадков. Применение химических реакций осаждения в методе потенциометрического титрования, в методе турбидиметрии. Особенности реакций комплексообразования (хелатообразования) ионов металлов с ЭДТА. Осадительное титрование.

2.5. Аналитические реакции окисления-восстановления в количественном химическом анализе.

Окислительно-восстановительная реакция и окислительно-восстановительный потенциал. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций. Выбор титранта и оптимальных условий титрования. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования. Индикация конечной точки титрования химическими и физико-химическими методами. Перманганатометрия. Характеристика метода. Условия проведения перманганатометрических определений. Вещества, определяемые перманганатометрическим методом. Достоинства и недостатки метода. Иодометрия. Характеристика метода, условия проведения иодометрического определения веществ. Достоинства и недостатки метода. Применение реакций окисления-восстановления в методе потенциометрического титрования.

2.6. Ионообменная хроматография в количественном химическом анализе.

Требования, предъявляемые к реакциям ионного обмена. Изотерма ионного обмена. Выбор оптимальных условий ионообменного разделения веществ. Применение ионообменной хроматографии в аналитической химии органических и неорганических соединений: разделение, очистка, концентрирование и т.д.

Раздел 3. Введение в физико-химические (инструментальные) методы анализа

3.1. ФХМА – составная часть современной аналитической химии.

Классификация физико-химических методов анализа. Аналитический сигнал как информативная функция состава вещества и его количества. Примеры аналитических сигналов и их измерений в ФХМА.

3.2. Метрологические основы аналитических методов.

Основные аналитико-метрологические характеристики методов и результатов анализа, способы их оценки: предел обнаружения, коэффициент чувствительности, нижняя и верхняя граница диапазона определяемых содержаний, селективность, прецизионность в условиях сходимости (повторяемости) и воспроизводимости, правильность, экспрессность. Обобщенные сведения о ГОСТ Р ИСО 5725 (2002).

3.3. Общая характеристика спектральных, электрохимических и хроматографических методов анализа. Представление о фотометрических, потенциометрических методах анализа и ионнообменной хроматографии.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	основные понятия, термины, методы и приемы качественного и количественного химического анализа	+	+	+
2	теоретические основы физико-химических методов анализа		+	+
3	принципы работы основных приборов, используемых для проведения качественного и количественного анализа		+	+
	Уметь:			
4	применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач	+	+	+
5	проводить обоснованный выбор метода анализа с учетом целей и особенностей данной практической задачи	+	+	+
6	проводить расчеты на основе проведенных исследований		+	+
7	проводить метрологическую оценку результатов количественного химического анализа	+	+	+
	Владеть:			
8	основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа		+	+
9	приемами интерпретации результатов анализа на основе квалитетических оценок	+	+	+
10	методологией химических и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике	+	+	+
11	основами системы выбора методов качественного и количественного химического анализа		+	+
	В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции:			

12	ПК-2.1 Знает основные методы и приемы пробоотбора и пробоподготовки анализируемых объектов, методы разделения и концентрирования веществ			
	ПК-2.2 Умеет проводить лабораторные исследования, замеры и анализы отобранных проб	+	+	+
	ПК-2.3 Владеет навыками работы на аналитическом оборудовании и правилами его эксплуатации			

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	Раздел 1	Расчет рН растворов кислот и оснований различной силы, расчет рН смесей, солей и буферных растворов. Определение буферной емкости.	4
		Расчет констант равновесия реакций осаждения-растворения. Расчет условий осаждения и растворения осадков	2
		Уравнение Нернста. Определение направления протекания окислительно-восстановительного процесса.	4
		Константа равновесия реакций комплексообразования. Расчет коэффициентов побочных реакций.	2
2	Раздел 2	Построение кривых титрования. РГР	4

6.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Аналитическая химия*», а также дает навыки работы с основным лабораторным оборудованием и техники выполнения работ.

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

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

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

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

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;

- регулярную проработку и повторение пройденного на лекциях учебного материала;
- регулярную подготовку к лабораторным работам, в том числе выполнение домашних работ и индивидуальной домашней работы; подготовку к контрольным работам;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче зачёта с оценкой по дисциплине и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 24 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 36 баллов) и итогового контроля в форме *зачёта с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» не предусмотрено выполнение реферативно-аналитической работы по дисциплине «*Аналитическая химия*».

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

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

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

Вопрос 1.1.

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

Вопрос 1.2.

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

Вопрос 1.3.

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

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

Вопрос 2.1.

1. С каким индикатором можно оттитровать 0,1000 М раствор H_3PO_4 до NaH_2PO_4 ? Ответ подтвердите расчетом.
2. Какой индикатор следует использовать при определении содержания гидроксида натрия, если в растворе присутствует ацетат натрия? Ответ подтвердите соответствующими уравнениями реакций и расчетами.

Вопрос 2.2.

1. По какой формуле рассчитывают количество моль эквивалента иона аммония при его определении формальдегидным методом? Приведите уравнения реакций, иллюстрирующих схему титрования.
2. Титруют смесь гидроксида натрия и карбоната натрия раствором HCl с индикатором метиловым оранжевым. Какие компоненты смеси при этом будут оттитровываться? Ответ подтвердите уравнениями соответствующих химических реакций.

Вопрос 2.3.

1. Рассчитать титр раствора H_2SO_4 по $NaOH$ ($T(H_2SO_4/NaOH)$), если $c(1/2 H_2SO_4) = 0,1000$ моль-экв/л. $M(NaOH) = 40$ г/моль.
2. Навеску $NaOH$ 1,5238 г, загрязненную карбонатом (Na_2CO_3), растворили и разбавили дистиллированной водой до 100 мл в мерной колбе. На титрование 10,00 мл полученного раствора с индикатором метиловым оранжевым потребовалось 22,53 мл раствора HCl с $T(HCl) = 0,003650$ г/мл. На титрование такого же объема раствора с индикатором фенолфталеином потребовалось 18,50 мл HCl . Рассчитать процентное содержание Na_2CO_3 в $NaOH$.

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

Вопрос 3.1.

1. Напишите формулу для расчета окислительно-восстановительного потенциала в точке эквивалентности. Чему равно значение окислительно-восстановительного потенциала в точке эквивалентности при титровании 0,05 н. раствора I_2 0,05 н. раствором $Na_2S_2O_3$, если $E_{I_2/I_2^-}^0 = 0,54$ В, а $E_{S_2O_3^{2-}/2S_2O_3^{2-}}^0 = 0,09$ В? Ответ подтвердите расчётом и запишите уравнения соответствующей химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования.
2. Напишите формулу для расчета реального окислительно-восстановительного потенциала от рН раствора. Чему равно значение реального окислительно-восстановительного потенциала полуреакции восстановления пероксида водорода при рН 4? Ответ подтвердите расчетом.

Вопрос 3.2.

1. По какой формуле рассчитывают значение реального окислительно-восстановительного потенциала полуреакции, если окисленная форма участвует в побочной реакции комплексообразования. Ответ подтвердите уравнениями химических реакций и полуреакций на конкретном примере.
2. Как вычисляют число молей эквивалента $K_2Cr_2O_7$ при определении иодометрическим методом? Ответ подтвердите уравнениями соответствующих химических реакций и полуреакций. Предложите физико-химический метод определения концентрации дихромата калия в растворе.

Вопрос 3.3.

1. Определение содержания железа(II) в растворе проводят методом потенциометрического титрования. Сколько железа содержит образец, если навеска этого образца массой 0,1700 г после растворения и восстановления железа до железа (II) оттитрована 8,40 мл раствора перманганата калия с $T(KMnO_4/Fe) = 0,006200$ г/мл?
2. Объясните принцип ионного обмена. Приведите уравнения химических реакций. Перечислите известные вам типы ионообменников.

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

Итоговый контроль проводится в виде итоговой контрольной работы. Максимальное количество баллов за итоговую контрольную работу – 40 баллов. Билет итоговой контрольной работы содержит 5 вопросов: 1 вопрос – 9 баллов, вопрос 2 – 9 баллов, вопрос 3 – 10 баллов, вопрос 4 – 9 баллов, вопрос 5 – 3 балла.

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

1. Основные положения протолитической теории.
2. Термодинамическая, концентрационная и условная константы равновесия.
3. Аналитические реакции и аналитические эффекты. Характеристики аналитических реакций: чувствительность, избирательность (селективность).
4. Групповые, общие, частные, характерные и специфические реакции.
5. Равновесия в аналитически важных протолитических системах. Константы кислотности и основности.
6. Вычисление pH растворов кислот и оснований различной силы, смесей кислот и оснований.
7. Буферные растворы, используемые в химическом анализе: их состав, свойства (буферная емкость, область буферирования).
8. Аналитические реакции комплексообразования. Общие, ступенчатые и условные константы устойчивости комплексных соединений.
9. Использование реакций осаждения в аналитических целях. Константа равновесия реакций осаждения-растворения; факторы, влияющие на растворимость осадков.
10. Окислительно-восстановительная реакция и окислительно-восстановительный потенциал.
11. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций.
12. Выбор титранта и оптимальных условий титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования.
13. Индикация конечной точки титрования химическими и физико-химическими методами.
14. Ионообменная хроматография в количественном химическом анализе.

15. Требования, предъявляемые к реакциям ионного обмена.
16. Изотерма ионного обмена.
17. Выбор оптимальных условий ионообменного разделения веществ.
18. Классификация физико-химических методов анализа.
19. Аналитический сигнал как информативная функция состава вещества и его количества.
20. Примеры аналитических сигналов и их измерений в ФХМА.
21. Основные аналитико-метрологические характеристики методов и результатов анализа, способы их оценки.
22. Общая характеристика спектральных методов анализа.
23. Общая характеристика электрохимических методов анализа.
24. Общая характеристика хроматографических методов.
25. Представление о фотометрических и потенциометрических методах анализа.

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

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

Итоговый контроль проводится в 4 семестре в виде итоговой контрольной работы. Максимальное количество баллов за итоговую контрольную работу – 40 баллов. Билет итоговой контрольной работы содержит 5 вопросов: 1 вопрос – 9 баллов, вопрос 2 – 9 баллов, вопрос 3 – 10 баллов, вопрос 4 – 9 баллов, вопрос 5 – 3 балла.

Пример билета для *вид контроля из УП*:

«Утверждаю»	Министерство науки и высшего образования РФ
_____ (Должность, наименование кафедры)	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
_____ (Подпись) (И. О. Фамилия)	Кафедра аналитической химии
«__» _____ 20__ г.	18.03.02
	Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
	Аналитическая химия

1.	Рассчитать растворимость $Pb_3(PO_4)_2$ в воде и в 0,001 М растворе нитрата свинца. $K_S(Pb_3(PO_4)_2) = 7,9 \cdot 10^{-43}$.	9,0
2.	С целью определения содержания компонентов проводили титрование раствора, содержащего равное количество молей HCl и H_3PO_4 . В присутствии индикатора метилового оранжевого израсходовано 40,0 мл стандартного раствора NaOH. Какой объем NaOH будет израсходован на дотитрование этого же раствора в присутствии индикатора фенолфталеина? Приведите уравнения протекающих реакций и расчеты.	9,0
3.	К раствору $AlCl_3$ в присутствии ацетатного буферного раствора прилито 25,00 мл 0,1000 М раствора ЭДТА, избыток которого оттитрован 12,50 мл 0,0500 М раствором сульфата цинка с индикатором ксиленоловым оранжевым. Рассчитайте содержание $AlCl_3$ в граммах. ($M(AlCl_3)=133,52$ г/моль; $M(ЭДТА)=372,24$ г/моль)	10,0
4.	Какой индикатор следует применить: дифениламин ($E^0(Ind_{ок}/Ind_{вс}) = 0,76$ В) или ферроин ($E^0(Ind_{ок}/Ind_{вс}) = 1,06$ В) при титровании раствора $FeSO_4$ раствором $K_2Cr_2O_7$ при pH=0? $E^0((Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0,77$ В); $E^0((Cr_2O_7^{2-}, 14H^+/2Cr^{3+})$; концентрации компонентов окислительно-восстановительных пар принять равными 1 моль/л.	9,0
5.	Каким образом, используя ионный обмен, можно провести определение CH_3COONa в растворе методом кислотно-основного титрования? Приведите уравнения соответствующих химических реакций и формулу для расчета содержания ацетата натрия в растворе.	3,0

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Аналитическая химия. Химические методы анализа. Учебник для вузов/ Под ред. О.М. Петрухина,- 2-ое изд., стереотипное, исправленное, -М.: ООО Путь, ООО ИД АЛЬЯНС, 2006. – 400 с. (базовый учебник)
2. Кузнецов В.В. Аналитические реакции для идентификации ионов элементов в растворах. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010. -163 с.
3. Практикум по физико-химическим методам анализа. Учебное пособие./ Под ред. О.М. Петрухина, 2-ое изд., стереотипное, исправленное. - М.: ООО Путь: ООО ИД АЛЬЯНС, 2006. – 248 с. (базовый учебник)

Б. Дополнительная литература

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

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.

Презентации к лекциям.

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Журнал аналитической химии» ISSN 0044-4502

- Журнал «Химико-фармацевтический журнал» ISSN 0023-1134

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

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

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- видеозаписи лекций по аналитической химии доц. Семеновой И.Н. и доц. Ермоленко Ю.В.

– компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 200);

– банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 450);

– банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Штативы химические

Химическая посуда:

Пипетки Мора (емкость 5; 10, 25 мл).

Пипетки мерные (объем 5; 10 мл).

Бюретки (объем 25 мл).

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

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

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

Оборудование:

pH-метр-милливольтметр pH-420

Весы лабораторные ВЛТЭ-510С

Микровесы ВЛ-120 М

Титратор потенциометрический автоматический АТП-02

Весы аналитические ВЛ-120-200 г.

Фотометр КФК-2

Микроскоп биологический монокулярный МикроВид

Аквадистиллятор АЭ-25

Вспомогательное оборудование:

Бани водяные с электрическим подогревом.

Хроматографические колонки с ионообменником КУ-2.

Баня песочная лабораторная БП-1

Колбонагреватели КН-250

Сушилка для пробирок

11.2. Учебно-наглядные пособия:

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

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки и справочные материалы доступны на учебном портале moodle.mustr.ru;

[Портал аналитической химии](#) (методики, рекомендации, справочники)

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

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

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

Портал Аналитическая химия в России:

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	нет ограничений	бессрочно
2.	Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	нет ограничений	бессрочно
3.	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFcly ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4.	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
5.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
6.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security	Контракт № 28-	20 лицензий для виртуальных и	12 месяцев (ежегодное

	для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License	35ЭА/2020 от 26.05.2020	облачных сред	продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
7.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License	Контракт № 28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	2000 лицензий для почтовых серверов	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Идентификация ионов в растворе	<p><i>Знает:</i> процессы формирования аналитического сигнала, основные понятия, термины, приёмы качественного анализа</p> <p><i>Умеет:</i> применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в практической деятельности.</p> <p><i>Владеет:</i> методологией качественного анализа, алгоритмами качественного анализа, системой выбора качественного анализа для той или иной практической задачи</p>	<p>Оценка за лабораторные работы</p> <p>Оценка за контрольную работу</p> <p>Оценка за итоговую контрольную работу</p>
Раздел 2. Характеристика методов количественного анализа	<p><i>Знает:</i> процессы формирования аналитического сигнала, основные понятия, термины, приёмы количественного анализа</p> <p><i>Умеет:</i> применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в практической деятельности.</p> <p><i>Владеет:</i> методологией количественного анализа, алгоритмами количественного анализа, системой выбора количественного анализа для той или иной практической задачи</p>	<p>Оценка за лабораторные работы</p> <p>Оценка за контрольную работу</p> <p>Оценка за индивидуальные домашние задания</p> <p>Оценка за итоговую контрольную работу</p>
Раздел 3. Введение в физико-химические методы анализа	<p><i>Знает:</i> процессы формирования аналитического сигнала в спектральных методах анализа; рассмотрение принципов измерений в стандартных приборах этих методов; основы метрологии в соответствии с рекомендациями ИЮПАК.</p> <p><i>Умеет:</i> применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в практической</p>	<p>Оценка за лабораторную работу</p> <p>Оценка за итоговую контрольную работу</p>

	деятельности. <i>Владеет:</i> методологией оптических методов анализа, используемых в современной аналитической практике оценкой возможностей метода анализа основными способами метрологической обработки результатов количественного химического анализа на основе ФХМА.	
--	--	--

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

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



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

Ф.А. Колоколов

«19» июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Безопасность жизнедеятельности»**

**Направление подготовки 18.03.02 – Энерго-ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**

Профиль подготовки – для всех профилей подготовки

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
19 июня 2023 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2023 г.

Программа составлена кафедрой техносферной безопасности:
д.т.н., проф. Акининым Н.И., д.т.н., проф. Васиным А.Я.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
техносферной безопасности «17» *мая 2023 г., протокол № 12*

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для направления подготовки 18.03.02 - «Энерго-ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой *Техносферной безопасности* РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина *«Безопасность жизнедеятельности»* относится к обязательной части дисциплин учебного плана и рассчитана на изучение в 8 семестре. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, физики, общей и неорганической химии, физической химии, общей химической технологии.

Цель дисциплины – формирование профессиональной культуры безопасности, под которой понимается готовность и способность личности использовать в профессиональной деятельности приобретенную совокупность знаний, умений и навыков для обеспечения безопасности в сфере профессиональной деятельности, характера мышления и ценностных ориентаций, при которых вопросы безопасности рассматриваются в качестве приоритета.

Основными обобщенными **задачами дисциплины** являются:

- приобретение понимания и анализ рисков, связанных с деятельностью человека;
- овладение приемами рационализации жизнедеятельности, ориентированными на снижения антропогенного воздействия на природную среду и обеспечение безопасности личности и общества;
- формирование:
 - культуры безопасности, экологического сознания и риск-ориентированного мышления, при котором вопросы безопасности рассматриваются в качестве важнейшего приоритета жизнедеятельности человека;
 - культуры профессиональной безопасности, способностей для идентификации опасности и оценивания рисков в сфере своей профессиональной деятельности;
 - готовности применения профессиональных знаний для обеспечения безопасности и улучшения условий труда в сфере своей профессиональной деятельности;
 - способностей к оценке вклада своей предметной области в решение проблем безопасности;

Цель и задачи дисциплины достигаются с помощью ознакомления:

- с современным состоянием и негативными факторами среды обитания;
- с принципами обеспечения безопасности взаимодействия человека со средой обитания, рациональными условиями деятельности;

- с последствиями воздействия на человека травмирующих, вредных и поражающих факторов, принципами их идентификации;
- с средствами и методами повышения безопасности, экологичности и устойчивости жизнедеятельности в техносфере;
- с методами повышения устойчивости функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях;
- с мероприятиями по защите населения и персонала объектов экономики в чрезвычайных ситуациях;
- с правовыми, нормативными, организационными и экономическими основами безопасности жизнедеятельности;
- с методами контроля и управления условиями жизнедеятельности.

Дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» преподается в 8 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы)	Код и наименование УК, ПК	Код и наименование индикатора достижения УК, ПК
Безопасность жизнедеятельности	УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.1. Знает классификацию и источники чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения; причины, признаки и последствия опасностей, способы защиты от чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов; принципы организации безопасности труда на предприятии, технические средства защиты людей в условиях чрезвычайной ситуации. УК-8.2. Умеет поддерживать безопасные условия жизнедеятельности в мирное и военное время; выявлять признаки, причины и условия возникновения чрезвычайных ситуаций; оценивать вероятность возникновения потенциальной опасности и принимать меры по ее предупреждению.

		УК-8.3. Владеет навыками прогнозирования возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций; навыками по применению основных методов защиты в условиях чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.
--	--	---

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные техносферные опасности, их свойства и характеристики;
- характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности.

Уметь:

- идентифицировать основные опасности среды обитания человека;
- оценивать риск их реализации, выбирать методы защиты от опасностей применительно к сфере своей профессиональной деятельности и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности.

Владеть:

- законодательными и правовыми актами в области безопасности и охраны окружающей среды, требованиями к безопасности технических регламентов в сфере профессиональной деятельности;
- способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях;
- понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности;
- навыками рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности и защиты окружающей среды.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	48	36
в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
Лекции	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
Практические занятия	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
Лабораторные работы	0,44	16	12
в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
Самостоятельная работа	1,67	60	45
Контактная самостоятельная работа	-	-	-
Подготовка к лабораторным работам	0,56	20	15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,11	40	30
Вид контроля			
Экзамен	1,0	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация		0,4	0,3
Подготовка к экзамену	1,0	35,6	26,7
Вид итогового контроля:		экзамен	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов						
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
	Раздел 1. Введение в безопасность	5		2				3
1.1	Основные понятия и определения.	2		1				1
1.2	Безопасность и устойчивое развитие.	3		1				2
	Раздел 2. Человек и техносфера.	7		2				5
2.1	Структура техносферы и ее основных компонентов.	3		1				2
2.2	Современное состояние техносферы и техносферной безопасности.	4		1				3
	Раздел 3. Идентификация и воздействие на человека вредных и опасных факторов среды обитания.	28		7		6		15
3.1	Классификация негативных факторов среды обитания человека	2		1				1
3.2	Химические негативные факторы (вредные вещества).	5		1		1		3
3.3	Механические и акустические колебания, вибрация и шум.	3				1		2
3.4	Электромагнитные излучения и поля.	1						1
3.5	Ионизирующее излучение.	2		0,5				1,5
3.6	Электрический ток.	4		2		1		1
3.7	Опасные механические факторы.	2						2
3.8	Процессы горения и пожаровзрыво-опасные свойства веществ и материалов.	7		2		3		2
3.9	Статическое электричество	2		0,5				1,5

	Раздел 4. Защита человека и среды обитания от вредных и опасных факторов природного, антропогенного и техногенного происхождения	18		4		2,5		11,5
4.1	Основные принципы защиты.	1						1
4.2	Защита от химических и биологических негативных факторов.	4		1		1,5		1,5
4.3	Защита от энергетических воздействий и физических полей.	2				1		1
4.4	Обеспечение безопасности систем, работающих под давлением.	4		2				2
4.5	Безопасность эксплуатации трубопроводов в химической промышленности.	2						2
4.6	Безопасная эксплуатация компрессоров.	3		0,5				2,5
4.7	Анализ и оценивание техногенных и природных рисков.	2		0,5				1,5
	Раздел 5. Обеспечение комфортных условий для жизни и деятельности человека.	10		1		4,5		4,5
5.1	Понятие комфортных или оптимальных условий.	2		1				1
5.2	Микроклимат помещений.	4				1,5		2,5
5.3	Освещение и световая среда в помещении.	4				3		1
	Раздел 6. Психофизиологические и эргономические основы безопасности	7		2				5
6.1	Психические процессы, свойства и состояния, влияющие на безопасность.	2						2
6.2	Виды и условия трудовой деятельности.	4		2				2
6.3	Эргономические основы безопасности.	1						1
	Раздел 7. Чрезвычайные ситуации и методы защиты в условиях их реализации.	23		10		3		10
7.1	Общие сведения о ЧС.	2		1				1
7.2	Пожар и взрыв.	6		2		2		2

7.3	Аварии на химически опасных объектах.	3		1		0,5		1,5
7.4	Радиационные аварии.	3		1				2
7.5	Приборы радиационной, химической разведки и дозиметрического контроля.	2		1				1
7.6	Чрезвычайные ситуации военного времени.	2		1				1
7.7	Защита населения в чрезвычайных ситуациях.	3		2				1
7.8	Устойчивость функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях.	2		1		0,5		0,5
	Раздел 8. Управление безопасностью жизнедеятельности	10		4				6
8.1	Законодательные и нормативные право-вые основы управления безопасностью жизнедеятельности.	4		2				2
8.2	Экономические основы управления безопасностью.	2						2
8.3	Страхование рисков	1						1
8.4	Государственное управление безопасностью	3		2				1
	ИТОГО	108		32		16		60
	Экзамен	36						
	ИТОГО	144						

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение в безопасность.

1.1. Основные понятия термины и определения.

Характерные системы "человек - среда обитания".

Понятие техносферы. Производственная, городская, бытовая, природная среды и их краткая характеристика. Взаимодействие человека со средой обитания.

Понятия «опасность». Виды опасностей: природные, антропогенные, техногенные, глобальные. Краткая характеристика опасностей и их источников.

Понятие «безопасность». Системы безопасности и их структура. Экологическая, промышленная, производственная безопасности. Транспортная и пожарная безопасность. Краткая характеристика разновидностей систем безопасности. Принципы, методы и средства обеспечения безопасности производственной деятельности. Основные опасности химических производств.

Вред, ущерб, риск – виды и характеристики. Вред, ущерб – экологический, экономический, социальный. Риск – измерение риска, разновидности риска. Экологический, профессиональный, индивидуальный, коллективный, социальный, приемлемый, мотивированный, немотивированный риски. Современные уровни риска опасных событий. Чрезвычайные ситуации – понятие, основные виды. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации. Стихийные бедствия и природные катастрофы.

1.2. Безопасность и устойчивое развитие. Безопасность как одна из основных потребностей человека. Значение безопасности в современном мире. Безопасность и демография.

Причины проявления опасности. Человек как источник опасности. Роль человеческого фактора в причинах реализации опасностей.

Аксиомы безопасности жизнедеятельности.

Региональные особенности и проблемы безопасности.

РАЗДЕЛ 2. «ЧЕЛОВЕК И ТЕХНОСФЕРА.»

2.1. Структура техносферы и ее основных компонентов. Виды техносферных зон: производственная, промышленная, городская, селитебная, транспортная и бытовая. Этапы формирования техносферы и ее эволюция.

Типы опасных и вредных факторов техносферы для человека и природной среды: ингредиентные, биологические и энергетические загрязнения, деградация природной среды, информационно-психологические воздействия. Виды опасных и вредных факторов техносферы: выбросы и сбросы вредных химических и биологических веществ в атмосферу и гидросферу, акустическое, электромагнитное и радиоактивное загрязнения, промышленные и бытовые твердые отходы, информационные и транспортные

потоки. Взаимодействие и трансформация загрязнений в среде обитания. Образование смога, кислотных дождей, снижение плодородия почвы и качества продуктов питания, разрушение технических сооружений и т.п. Закон о неизбежности образования отходов жизнедеятельности.

2.2. Современное состояние техносферы и техносферной безопасности.

Критерии и параметры безопасности техносферы - средняя продолжительность жизни, уровень экологически и профессионально обусловленных заболеваний.

Неизбежность расширения техносферы. Современные принципы формирования техносферы. Архитектурно-планировочное зонирование территории на селитебные, промышленные и парково-рекреационные зоны, транспортные узлы. Приоритетность вопросов безопасности и сохранения природы при формировании техносферы. Долгосрочное планирование развития техносферы, минимизация опасных и вредных факторов за счет комплексной и экологической логистики жизненного цикла материальных потоков в техносфере. Городская и техносферная логистика как метод повышения безопасности и формирования благоприятной для человека среды обитания. Культура безопасности личности и общества как фактор обеспечения безопасности в техносфере. Безопасность и устойчивое развитие человеческого сообщества.

Состояние техносферной безопасности в регионе, городе – основные проблемы и пути их решения.

РАЗДЕЛ 3. «ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЧЕЛОВЕКА И СРЕДУ ОБИТАНИЯ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ»

3.1. Классификация негативных факторов среды обитания человека: физические, химические, биологические, психофизиологические. Понятие опасного и вредного фактора, характерные примеры. Структурно-функциональные системы восприятия и компенсации организмом человека изменений факторов среды обитания. Особенности структурно-функциональной организации человека. Естественные системы защиты человека от негативных воздействий. Характеристики анализаторов: кожный анализатор, осязание, ощущение боли, температурная чувствительность, мышечное чувство, восприятие вкуса, обоняние, слух, зрение. Время реакции человека к действию раздражителей. Допустимое воздействие вредных факторов на человека и среду обитания. Понятие предельно-допустимого уровня (предельно допустимой концентрации) вредного фактора и принципы его установления.

Ориентировочно-безопасный уровень воздействия.

Источники и характеристики основных негативных факторов и особенности их действия на человека.

3.2. Химические негативные факторы (вредные вещества). Классификация вредных веществ по видам, агрегатному состоянию, характеру

воздействия и токсичности. Классы опасности вредных веществ. Пути поступления веществ в организм человека, распределение и превращение вредного вещества в нем, действие вредных веществ. Конкретные примеры наиболее распространенных вредных веществ и их действия на человека. Комбинированное действие вредных веществ: суммация, потенцирование, антагонизм, независимость. Комплексное действие вредных веществ. Предельно-допустимые концентрации вредных веществ: среднесуточная, максимально разовая, рабочей зоны. Установление допустимых концентраций вредных веществ при их комбинированном действии. Хронические и острые отравления, профессиональные и экологически обусловленные заболевания, вызванные действием вредных веществ. Негативное воздействие вредных веществ на среду обитания, на гидросферу, почву, животных и растительность, объекты техносферы.

Основные источники поступления вредных веществ в среду обитания: производственную, городскую, бытовую.

Промышленная пыль. Условия образования. Классификация по происхождению, по способу образования, по химическому составу. Особенности воздействия пыли на организм человека.

Наночастицы – специфика воздействия на живые организмы и процессов переноса в окружающей среде.

Создание безопасных условий труда в соответствии с ССБТ при работе с вредными веществами (применительно к конкретной отрасли).

Первая (доврачебная) помощь при химических ожогах и отравлениях вредными веществами.

Основные требования безопасности на предприятиях химической промышленности, связанных с производством вредных веществ.

Биологические негативные факторы: микроорганизмы (бактерии, вирусы), макроорганизмы (растения и животные). Классификация биологических негативных факторов и их источников.

Физические негативные факторы.

3.3. Механические и акустические колебания, вибрация и шум.

Основные характеристики вибрационного поля и единицы измерения вибрационных параметров. Классификация видов вибраций. Воздействие вибраций на человека и техносферу. Нормирование вибраций, вибрационная болезнь.

Источники вибрационных воздействий в техносфере – их основные характеристики и уровни вибрации.

Основные характеристики акустического поля и единицы измерения параметров шума. Классификация акустических колебаний и шумов. Действие акустических колебаний - шума на человека, особенности воздействия на человека акустических колебаний различных частотных диапазонов – инфразвуковых, звуковых, ультразвуковых, физиологическое и психологическое воздействие. Принципы нормирования акустического воздействия различных диапазонов. Заболевания, в том числе

профессиональные, связанные с акустическим воздействием. Влияние шума на работоспособность человека и его производительность труда. Источники акустических колебаний (шума) в техносфере – их основные характеристики и уровни.

3.4. Электромагнитные излучения и поля. Основные характеристики электромагнитных излучений и единицы измерения параметров электромагнитного поля. Классификация электромагнитных излучений и полей – по частотным диапазонам, электростатические и магнитостатические поля. Воздействие на человека электромагнитных излучений и полей, особенности воздействия электромагнитных полей различных видов и частотных диапазонов.

Заболевания, связанные с воздействием электромагнитных полей. Принципы нормирования электромагнитных излучений различных частотных диапазонов, электростатических и магнитостатических полей. Основные источники электромагнитных полей в техносфере, их частотные диапазоны и характерные уровни. Использование электромагнитных излучений в информационных и медицинских технологиях.

Инфракрасное (тепловое) излучение как разновидность электромагнитного излучения.

Характеристики теплового излучения и воздействие теплоты на человека. Источники инфракрасного (теплового) излучения в техносфере.

Лазерное излучение как когерентное монохроматическое электромагнитное излучение.

Частотные диапазоны, основные параметры лазерного излучения и его классификация. Воздействие лазерного излучения на человека и принципы установления предельно-допустимых уровней. Источники лазерного излучения в техносфере. Использование лазерного излучения в культурно-зрелищных мероприятиях, информационных и медицинских технологиях.

Ультрафиолетовое излучение. Действие излучения на человека. Безопасные уровни воздействия. Источники ультрафиолетового излучения в биосфере и техносфере.

3.5. Ионизирующее излучение. Основные характеристики ионизирующего поля – дозовые характеристики: экспозиционная, эквивалентные дозы. Активность радионуклидов. Природа и виды ионизирующего излучения. Воздействие ионизирующих излучений на человека и природу. Лучевая болезнь. Принципы нормирования ионизирующих излучений, допустимые уровни внешнего и внутреннего облучения – дозовые и производные от них. Естественные и техногенные источники ионизирующих излучений.

3.6. Электрический ток. Виды электрических сетей, параметры электрического тока и источники электроопасности. Напряжение прикосновения, напряжение шага. Категорирование помещения по степени электрической опасности. Воздействие электрического тока на человека: виды воздействия (термическое, электролитическое, биологическое), электрический удар, местные электротравмы, параметры, определяющие

тяжесть поражения электрическим током, пути протекания тока через тело человека.

Предельно допустимые напряжения прикосновения и токи. Влияние вида и параметров электрической сети на исход поражения электрическим током.

3.7. Опасные механические факторы. Источники механических травм, опасные механические движения и действия оборудования и инструмента, подъемное оборудование, транспорт. Виды механических травм. Герметичные системы, находящиеся под давлением: классификация герметичных систем, причины возникновения опасности герметичных систем, опасности, связанные с нарушением герметичности.

Потенциально опасные технологические процессы. Требования безопасности, предъявляемые к технологическим процессам. Технологический регламент как основа обеспечения безопасности технологического процесса. Содержание технологического регламента. Инженерно-технические средства безопасности.

Безопасность производственного оборудования. Основное производственное оборудование в химической промышленности. Общие направления создания химического оборудования (унификация, интенсификация, укрупнение химического оборудования). Общие требования к безопасности производственного оборудования.

Понятие опасной зоны. Способы предупреждения возникновения опасной зоны (защитные устройства - ограждающие, предохранительные, предупредительные).

Световая, звуковая, знаковая сигнализация. Цвета безопасности. Приборы безопасности (манометры, анемометры и др.).

Требования к надежности производственного оборудования.

Обеспечение безопасности при ремонте промышленного оборудования

Общая характеристика ремонтных и очистных работ. Обеспечение безопасности при ремонте промышленного оборудования.

Система технического обслуживания и ремонта оборудования предприятий химической промышленности. Содержание технического обслуживания. Планово-предупредительные ремонты. Текущий ремонт. Капитальный ремонт. Подготовка, организация и проведение ремонтных работ. План организационных работ (ПОР).

Безопасность при проведении газоопасных работ.

Безопасность при проведении ремонтных работ в закрытых аппаратах и емкостях.

Безопасность при проведении огневых работ.

Безопасность при проведении очистных работ.

3.8. Процессы горения и пожаровзрывоопасные свойства веществ и материалов.

Общие сведения о горении. Условия, необходимые для возникновения и стационарного развития процесса горения. Виды горения. Характеристики процесса горения (скорость горения, температура горения).

Формы горения (собственно горение, взрыв, детонация). Понятие взрыва. Понятие детонации.

Пожарная опасность технологических сред.

Особенности горения и взрывов пылей и пылевоздушных смесей. Первичные и вторичные взрывы пылей.

Показатели пожаровзрывоопасности веществ и материалов согласно ГОСТ 12.1.044-89 ССБТ «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов.

Номенклатура показателей и методы их определения».

Понятие горючести. Классификация веществ и материалов по группе горючести (негорючие, трудногорючие, горючие).

Пожаровзрывоопасные свойства смесей горючих паров и газов с воздухом.

Область воспламенения. Нижний и верхний концентрационные и температурные пределы распространения пламени. Факторы, влияющие на пределы распространения пламени. Методы расчета и экспериментального определения концентрационных и температурных пределов распространения пламени. Минимальная энергия зажигания. Минимальное взрывоопасное содержание кислорода.

Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости. Температура вспышки паров и температура воспламенения.

Пожаровзрывоопасные свойства пылей. Влияние влажности, дисперсности и теплоты сгорания пылей на нижний концентрационный предел распространения пламени.

Условия самовозгорания веществ различной природы. Классификация веществ, склонных к самовозгоранию.

3.9. Статическое электричество. Причины накопления зарядов статического электричества. Источники статического электричества в природе, в быту, на производстве и их характеристики, возникающие напряженности электрического поля, электростатические заряды.

Молния как разряд статического электричества. Виды молний, опасные факторы, разряды молнии, характеристики молнии.

РАЗДЕЛ 4. «ЗАЩИТА ЧЕЛОВЕКА И СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ОТ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПРИРОДНОГО, АНТРОПОГЕННОГО И ТЕХНОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ»

4.1. Основные принципы защиты. Снижение уровня опасности и вредности источника негативных факторов путем совершенствования его конструкции и рабочего процесса, реализуемого в нем. Увеличение расстояния от источника опасности до объекта защиты. Уменьшение времени пребывания объекта защиты в зоне источника негативного воздействия. Установка между источником опасности или вредного воздействия и объектом защиты средств, снижающих уровень опасного и вредного фактора.

Применение малоотходных технологий и замкнутых циклов. Понятие о коллективных и индивидуальных средствах защиты.

4.2. Защита от химических и биологических негативных факторов.

Общие задачи и методы защиты: рациональное размещение источника по отношению к объекту защиты, локализация источника, удаление вредных веществ из защитной зоны, применение индивидуальных и коллективных средств очистки и защиты.

Защита от загрязнения воздушной среды. Вентиляция: системы вентиляции и их классификация; естественная и механическая вентиляция; общеобменная и местная вентиляция, приточная и вытяжная вентиляция, их основные виды и примеры выполнения. Требования к устройству вентиляции.

Очистка от вредных веществ атмосферы и воздуха рабочей зоны. Основные методы, технологии и средства очистки от пыли и вредных газов. Сущность работы основных типов пылеуловителей и газоуловителей. Индивидуальные средства защиты органов дыхания.

Защита от загрязнения водной среды. Основные методы, технологии и средства очистки воды от растворимых нерастворимых вредных веществ.

Рассеивание и разбавление вредных выбросов и сбросов. Понятие нормативно допустимых сбросов и временно согласованных выбросов и сбросов. Сущность рассеивания и разбавления.

Методы обеспечения качества питьевой воды и водоподготовка. Требования к качеству питьевой воды. Методы очистки и обеззараживания питьевой воды. Хлорирование, озонирование, ультрафиолетовая и термическая обработка. Сорбционная очистка, опреснение и обессоливание питьевой воды. Достоинства и недостатки методов, особенности применения.

Коллективные и индивидуальные методы и средства подготовки питьевой воды. Модульные системы водоподготовки, индивидуальные устройства очистки питьевой воды.

Методы утилизации и переработки антропогенных и техногенных отходов. Классификация отходов: бытовые, промышленные, сельскохозяйственные, радиоактивные, биологические, токсичные – классы токсичности. Современные методы утилизации и обезвреживания отходов. Отходы как вторичные материальные ресурсы.

4.3. Защита от энергетических воздействий и физических полей.

Основные принципы защиты от физических полей: снижение уровня излучения источника, удаление объекта защиты от источника излучения, экранирование излучений – поглощение и отражение энергии.

Защита от вибрации: основные методы защиты и принцип снижения вибрации. Индивидуальные средства виброзащиты. Контроль уровня вибрации.

Защита от шума, инфра- и ультразвука. Основные методы защиты: снижение звуковой мощности источника шума, рациональное размещение источника шума и объекта защиты относительно друг друга, защита расстоянием, акустическая обработка помещения, звукоизоляция,

экранирование и применение глушителей шума. Принцип снижения шума в каждом из методов и области их использования. Особенности защиты от инфра-и ультразвука. Индивидуальные средства защиты. Контроль уровня интенсивности звука.

Защита от электромагнитных излучений, статических, электрических и магнитных полей. Общие принципы защиты от электромагнитных полей. Экранирование излучений - электромагнитное экранирование, электростатическое экранирование, магнитостатическое экранирование. Эффективность экранирования. Особенности защиты от излучений промышленной частоты. Понятие о радиопрогнозе на местности, особенности и требований к размещению источников излучения радиочастотного диапазона. Индивидуальные средства защиты. Контроль уровня излучений и напряженности полей различного частотного диапазона.

Защита от лазерного излучения. Классификация лазеров по степени опасности. Общие принципы защиты от лазерного излучения.

Защита от инфракрасного (теплого) излучения. Теплоизоляция, экранирование – типы теплозащитных экранов.

Защита от ионизирующих излучений. Общие принципы защиты от ионизирующих излучений – особенности защиты от различных видов излучений (гамма, бета и альфа излучения). Особенности контроля уровня ионизирующих излучений различных видов.

Методы и средства обеспечения электробезопасности. Применение малых напряжений, электрическое разделение сетей, электрическая изоляция, защита от прикосновения к токоведущим частям, защитное заземление (требования к выполнению заземления), зануление, устройства защитного отключения. Принципы работы защитных устройств – достоинства, недостатки, характерные области применения, особенности работы применительно к различным типам электрических сетей. Индивидуальные средства защиты от поражения электрическим током. Контроль параметров электросетей – напряжения, тока, изоляции фаз, определение фазы.

Защита от статического электричества. Методы, исключаящие или уменьшающие образование статических зарядов; методы, устраняющие образующие заряды. Молниезащита зданий и сооружений – типы молниеотводов, устройство молниезащиты и требования к ее выполнению. Категорирование зданий и сооружений по степени опасности поражения молний.

Защита от механического травмирования. Оградительные устройства, предохранительные и блокирующие устройства, устройства аварийного отключения, ограничительные устройства, тормозные устройства, устройства контроля и сигнализации, дистанционное управление. Правила обеспечения безопасности при работе с ручным инструментом. Особенности обеспечения безопасности подъемного оборудования и транспортных средств.

4.4. Обеспечение безопасности систем, работающих под давлением. Причины аварий и взрывов сосудов. Общие требования безопасности,

предъявляемые к сосудам, работающим под давлением (к изготовлению, эксплуатации, ремонту). Техническое освидетельствование сосудов.

Баллоны для сжатых, сжиженных и растворенных газов. Причины взрывов баллонов. Устройство, маркировка и освидетельствование баллонов. Эксплуатация, хранение и транспортировка.

Цистерны и бочки для перевозки сжиженных газов.

4.5. Безопасность эксплуатации трубопроводов в химической промышленности. Безопасная эксплуатация, прокладка трубопроводов. Компенсация тепловых удлинений. Арматура. Тепловая изоляция и окраска трубопроводов. Освидетельствование трубопроводов.

4.6. Безопасная эксплуатация компрессоров. Источники опасности при сжатии газов. Система смазки и смазочные масла. Система охлаждения компрессорных установок. Специальные требования безопасности.

Безопасность эксплуатации насосов. Центробежные, поршневые, специальные насосы.

Безопасность эксплуатации газгольдеров. Мокрые, сухие, изотермические газгольдеры, газгольдеры высокого давления.

4.7. Анализ и оценивание техногенных и природных рисков. Предмет, основные понятия и аппарат анализа рисков. Риск как вероятность и частота реализации опасности, риск как вероятность возникновения материального, экологического и социального ущерба. Качественный анализ и оценивание риска – предварительный анализ риска, понятие деревьев причин и последствий. Количественный анализ и оценивание риска – общие принципы численного оценивания риска. Методы использования экспертных оценок при анализе и оценивании риска. Понятие опасной зоны и методология ее определения.

Знаки безопасности: запрещающие, предупреждающие, предписывающие, указательные, пожарной безопасности, эвакуационные, медицинского и санитарного назначения.

РАЗДЕЛ 5. «ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА»

5.1. Понятие комфортных или оптимальных условий. Взаимосвязь состояния здоровья, работоспособности и производительности труда с состоянием условий жизни и труда человека, параметрами среды жизнедеятельности человека. Основные методы, улучшающие самочувствие и работоспособность человека: не превышение допустимых уровней негативных факторов и их снижение до минимально возможных уровней, рационализация режима труда и отдыха, удобство рабочего места и рабочей зоны, хороший психологический климат в трудовом коллективе, климатические условия в зоне жизнедеятельности, оптимальная освещенность и комфортная световая среда.

5.2. Микроклимат помещений. Механизм теплообмена между человеком и окружающей средой. Климатические параметры, влияющие на теплообмен. Взаимосвязь климатических условий со здоровьем и

работоспособностью человека. Терморегуляция организма человека. Гигиеническое нормирование параметров микроклимата. Методы обеспечения комфортных климатических условий в помещениях: системы отопления, вентиляции и кондиционирования, устройство, выбор систем и их производительности; средства для создания оптимального аэроионного состава воздушной среды. Контроль параметров микроклимата в помещении.

5.3. Освещение и световая среда в помещении. Влияние состояния световой среды помещения на самочувствие и работоспособность человека. Характеристики освещения и световой среды. Факторы, определяющие зрительный и психологический комфорт. Виды, системы и типы освещения. Нормирование искусственного и естественного освещения. Искусственные источники света: типы источников света и основные характеристики, достоинства и недостатки, особенности применения. Особенности применения газоразрядных энергосберегающих источников света. *Светильники:* назначение, типы, особенности применения. Промышленные светильники, используемые на химических предприятиях (пылевлагонепроницаемые, взрывобезопасные и др.).

Цветовая среда: влияние цветовой среды на работоспособность, утомляемость, особенности формирования цветового интерьера для выполнения различных видов работ и отдыха. Основные принципы организации рабочего места для создания комфортных зрительных условий и сохранения зрения. Выбор и расчет основных параметров естественного, искусственного и совмещенного освещения. Контроль параметров освещения.

РАЗДЕЛ 6. «ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ»

6.1. Психические процессы, свойства и состояния, влияющие на безопасность. Психические процессы: память, внимание, восприятие, мышление, чувства, эмоции, настроение, воля, мотивация. Психические свойства: характер, темперамент, психологические и соционические типы людей. Психические состояния: длительные, временные, периодические. Чрезмерные формы психического напряжения. Влияние алкоголя, наркотических и психотропных средств на безопасность. Основные психологические причины ошибок и создания опасных ситуаций. Особенности групповой психологии. Профессиограмма. Инженерная психология. Психодиагностика, профессиональная ориентация и отбор специалистов операторского профиля. Факторы, влияющих на надежность действий операторов.

6.2. Виды и условия трудовой деятельности. Виды трудовой деятельности: физический и умственный труд, формы физического и умственного труда, творческий труд. Опасные и вредные производственные факторы. Основные группы опасных и вредных производственных факторов. Классификация условий труда по тяжести и напряженности трудового процесса. Классификация условий труда по факторам производственной среды. Понятие условий труда. Факторы, воздействующие на формирование

условий труда. Государственная экспертиза условий труда. Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда.

6.3. Эргономические основы безопасности. Эргономика как наука о правильной организации человеческой деятельности, соответствии труда физиологическим и психическим возможностям человека, обеспечение эффективной работы, не создающей угрозы для здоровья человека. Система «человек — машина — среда». Антропометрическая, сенсомоторная, энергетическая, биомеханическая и психофизиологическая совместимость человека и машины. Организация рабочего места: выбор положения работающего, пространственная компоновка и размерные характеристики рабочего места, взаимное положение рабочих мест, размещение технологической и организационной оснастки, конструкции и расположение средств отображения информации. Техническая эстетика.

Требования к организации рабочего места пользователя компьютера и офисной техники.

РАЗДЕЛ 7. «ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ В УСЛОВИЯХ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ»

7.1. Общие сведения о ЧС. Основные понятия и определения, классификация чрезвычайных ситуаций техногенного, природного и военного характера и их основные характеристики. Причины возникновения ЧС. Стадии, скорость и развитие ЧС Поражающие факторы источников ЧС техногенного и природного характера. Классификация стихийных бедствий.

Система оповещения о чрезвычайных ситуациях. Обеспечение личной и общей безопасности при ЧС. Определение степени потенциальной опасности. Основы прогнозирования и предупреждения чрезвычайных ситуаций.

7.2. Пожар и взрыв.

Системы пожарной безопасности. Пожарная профилактика.

Основные причины загораний, пожаров и взрывов на предприятиях химической промышленности. Классификация пожаров. Пожарная профилактика объекта.

Основные меры обеспечения пожарной безопасности технологических процессов.

Требования к системе предотвращения пожаров и взрывов: предотвращение образования горючей и взрывоопасной среды, предотвращение образования в горючей среде источников зажигания.

Обеспечение безопасной эксплуатации аппаратов для переработки горючих газов, жидкостей и сыпучих материалов. Контроль состава горючей среды. Применение ингибирующих и флегматизирующих добавок, рабочей и аварийной вентиляции. Ограничение массы горючих веществ и безопасный способ их размещения.

Исключение источников воспламенения и применение соответствующего электрооборудования; регламентация огневых работ; соблюдение требований искробезопасности; регламентация максимально допустимой температуры нагрева; ликвидация условий самовозгорания.

Классификация взрывчатых веществ.

Пожаро- и взрывозащита оборудования.

Пассивные и активные способы защиты. Технические средства сброса давления взрыва в оборудовании: предохранительные мембраны и клапаны; дыхательная арматура. Средства, предотвращающие распространение пламени по производственным коммуникациям: сухие огнепреградители, жидкостные предохранительные затворы, аварийный слив горючих жидкостей, затворы из твердых измельченных материалов, автоматически закрывающиеся задвижки и заслонки. Автоматические быстродействующие средства локализации и подавления взрыва (взрывоподавляющие устройства, пламеотсекатели).

Электрооборудование во взрывоопасных и пожароопасных зонах.

Воспламенение горючих смесей от перегрева электрооборудования и электрической искры. Классификация производственных помещений (зон) по пожаровзрывоопасности согласно ПУЭ. Распределение горючих смесей по категориям и группам в соответствии с ГОСТ 30852.19-2002 «Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 20. Данные по горючим газам и парам, относящиеся к эксплуатации электрооборудования». Взрывозащищенное электрооборудование и принципы его выбора по ГОСТ 30852.1-2002 (МЭК 60079-1:1998).

Организация безопасной эксплуатации электрооборудования в пожаровзрывоопасных производствах.

Опасность воспламенения горючих смесей разрядами статического электричества. Мероприятия по защите технологических процессов от статического электричества

Обеспечение требований пожарной безопасности.

Меры обеспечения пожарной безопасности промышленных зданий и сооружений.

Категорирование помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. Огнестойкость и возгораемость строительных конструкций. Классификация строительных материалов, по возгораемости. Показатели огнестойкости (пределы огнестойкости строительных конструкций и пределы распространения огня по ним). Нормирование огнестойкости зданий и сооружений.

Объемно-планировочные решения в промышленных зданиях с учетом противопожарных требований (пожарные отсеки и секции). Противопожарные преграды (противопожарные стены, перегородки, перекрытия, двери и окна, тамбур-шлюзы, зоны) их виды и назначение. Предохранительные (легкосбрасываемые) конструкции. Противопожарные расстояния между зданиями и сооружениями, их нормирование с учетом санитарных и противопожарных требований.

Безопасная эвакуация людей.

Противопожарное водоснабжение.

Защита зданий и сооружений химических предприятий от прямого удара и вторичных проявлений молнии. Категорирование зданий и сооружений по степени опасности поражения молний. Устройство систем молниезащиты.

Средства и методы тушения пожаров.

Общие сведения о пожаротушении. Условия, необходимые для прекращения горения. Способы пожаротушения (поверхностное и объемное тушение). Основные средства тушения пожаров и их характеристика. Жидкие огнетушащие вещества (вода, водные растворы солей). Огнетушащие свойства воды. Пены: химическая пена, пенообразователи. Негорючие газы или инертные разбавители (диоксид углерода, азот, аргон, водяной пар). Галоген-углеводородные составы, хладоны. Огнетушащие порошки, механизм огнетушащего действия порошков. Тушение комбинированными составами. Первичные средства пожаротушения.

Установки пожаротушения. Автоматические стационарные системы пожаротушения с использованием негорючих газов, воды и пены. Спринклерные и дренчерные системы.

Системы оповещения людей о пожаре. Знаки пожарной безопасности.

Прогнозирование последствий аварий, связанных с пожарами и взрывами.

Основные поражающие факторы пожара. Решение типовых задач по оценке пожарной обстановки: определение минимального безопасного расстояния для персонала и элементов объекта от очага пожара; величины теплового потока, падающего на поверхность объекта при пожаре; допустимых размеров зоны горения, исключающих распространение пожара на расположенные рядом объекты.

Характерные особенности взрыва. Зоны действия взрыва и их характеристика. Основные поражающие факторы взрыва (ударная волна и осколочные поля). Действие взрыва на человека. Решение типовых задач по оценке обстановки при взрыве: определение избыточного давления во фронте ударной волны в зависимости от расстояния; радиусов зон разрушения; предполагаемых степеней разрушения элементов объекта. Методика оценки возможного ущерба производственному зданию и технологическому оборудованию. Защита предприятий и населения от поражающих факторов, возникающих в результате пожаров и взрывов. Организация пожарной охраны в Российской Федерации. Основные положения законодательства и нормативно-правовое регулирование в области пожарной безопасности.

7.3. Аварии на химически опасных объектах. Основные понятия и определения: химическая авария, химически опасный объект, химическое заражение, зона химического заражения, пролив опасных химических веществ, очаг химического поражения. Виды аварий на химически опасных объектах. Основные показатели степени опасности химически опасных объектов.

Причины и последствия аварий на химически опасных объектах. Очаг химического поражения и его краткая характеристика. Зоны химического заражения и их характеристика. Факторы, влияющие на размер очага

химического заражения. Формы возможных зон заражения и их характеристика.

Защита населения от аварийных химически опасных веществ (АХОВ). Основные способы защиты и правила поведения. Оповещение населения. Использование индивидуальных средств защиты органов дыхания и кожи. Средства медицинской защиты. Укрытие населения в защитных сооружениях. Временное укрытие населения в жилых и производственных зданиях. Герметизация помещений, ее предназначение и последовательность. Эвакуация населения из зон возможного заражения.

7.4. Радиационные аварии. Основные понятия и определения: радиационная авария, радиационно опасный объект, радиоактивное загрязнение, зона радиоактивного загрязнения, зона отчуждения, зона отселения. Виды аварий на радиационно опасных объектах, их динамика развития, основные опасности.

Задачи, этапы и методы оценки радиационной обстановки. Зонирование территорий при радиационном загрязнении территории. Понятие радиационного прогноза. Определение возможных доз облучения и допустимого времени пребывания людей в зонах загрязнения. Допустимые уровни облучения при аварийных ситуациях. Дозиметрический контроль.

Понятие о режимах радиационной защиты, их назначение, содержание и порядок введения. Комплекс мероприятий, проводимых в интересах обеспечения защиты людей в зонах радиоактивного загрязнения. Оповещение населения о радиационных авариях. Укрытие населения в защитных сооружениях. Уменьшение времени пребывания людей в зонах радиоактивного загрязнения и эвакуация в безопасные районы. Использование средств индивидуальной защиты. Проведение йодной профилактики. Контроль безопасности продуктов питания.

Действия населения при радиационной аварии. Законодательство Российской Федерации в области радиационной безопасности.

Гидротехнические аварии. Основные опасности и источники гидротехнических и гидродинамических аварий. Классификация зон катастрофического затопления и их характеристика. Показатели последствий поражающего воздействия волны прорыва. Характер и масштабы поражающего действия волны прорыва

7.5. Приборы радиационной, химической разведки и дозиметрического контроля.

Методы обнаружения и измерения ионизирующих излучений.

Назначение и классификация дозиметрических приборов.

Измеритель мощности дозы ДП-5В, назначение, техническая характеристика, устройство, подготовка к работе.

Работа с прибором: определение мощности дозы (гамма-фона); измерение степени зараженности различных поверхностей.

Измеритель дозы ИД-1, назначение, общее устройство, порядок работы с прибором.

Измеритель дозы ИД-11.

Организация индивидуального дозиметрического контроля с помощью ИД-1 (порядок выдачи дозиметров, их учет, снятие показаний по возвращению из зоны радиации).

Методы индикации:

боевых токсических химических веществ (БТХВ);

аварийно химических опасных веществ.

Войсковой прибор химической разведки (ВПХР), назначение, устройство, порядок и последовательность определения БТХВ в воздухе и на других объектах с помощью индикаторных трубок

Практическая работа с прибором.

7.6. Чрезвычайные ситуации военного времени. Виды оружия массового поражения, их особенности и последствия его применения. Ядерный взрыв и его опасные факторы.

Стихийные бедствия. Землетрясения, наводнения, атмосферные явления, их краткая характеристика, основные параметры и методы защиты.

7.7. Защита населения в чрезвычайных ситуациях. Организация защиты в мирное и военное время, способы защиты, защитные сооружения, их классификация. Оборудование убежищ. Быстровозводимые убежища. Простейшие укрытия. Противорадиационные укрытия.

Укрытие в приспособленных и специальных сооружениях. Особенности и организация эвакуации из зон чрезвычайных ситуаций. Мероприятия медицинской защиты. Средства индивидуальной защиты и порядок их использования. Способы обеспечения психологической устойчивости населения в чрезвычайных ситуациях.

Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС): цели, задачи и структура. Территориальные и функциональные подсистемы РСЧС. Координационные органы РСЧС. Органы управления и режимы функционирования РСЧС. Силы и средства РСЧС.

7.8. Устойчивость функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях.

Понятие об устойчивости объекта. Факторы, влияющие на устойчивость функционирования объектов. Принципы и способы повышения устойчивости функционирования объектов в ЧС.

Экстремальные ситуации. Виды экстремальных ситуаций. Терроризм. Оценка экстремальной ситуации, правила поведения и обеспечения личной безопасности. Формы реакции на экстремальную ситуацию. Психологическая устойчивость в экстремальных ситуациях.

Спасательные работы при чрезвычайных ситуациях. Основы организации аварийно-спасательных и других неотложных работ. Способы ведения спасательных работ при различных видах чрезвычайных ситуаций. Основы медицины катастроф. Планы локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС). Требования к их составлению и их содержание.

РАЗДЕЛ 8. «УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

8.1. Законодательные и нормативные правовые основы управления безопасностью жизнедеятельности. Концепции национальной безопасности и демографической политики Российской Федерации – основные положения. Общая характеристика системы законодательных и нормативно-правовых актов, регулирующих вопросы экологической, промышленной, производственной безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях. Характеристика основных законодательных и нормативно-правовых актов: назначение, объекты регулирования и основные положения. Требования безопасности в технических регламентах. Вопросы безопасности жизнедеятельности в законах и подзаконных актах.

Законодательство об охране труда. Трудовой кодекс – основные положения X раздела кодекса, касающиеся вопросов охраны труда. Законодательные акты директивных органов.

Подзаконные акты по охране труда.

Система стандартов безопасности труда (ССБТ) - структура и основные стандарты.

Стандарты предприятий по безопасности труда. Инструкции по охране труда.

Законодательство о безопасности в чрезвычайных ситуациях. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». Структура законодательной базы - основные законы и их сущность: Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 № 123-ФЗ, Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 № 116-ФЗ, Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» от 09.01.1996 № 3-ФЗ.

Системы стандартов по безопасности в чрезвычайных ситуациях (БЧС) - структура и основные стандарты.

8.2. Экономические основы управления безопасностью. Современные рыночные методы экономического управления безопасностью и основные принципы регулирования различных аспектов безопасности: позитивные и негативные методы стимулирования безопасности.

Понятие экономического ущерба, его составляющие и методические подходы к оценке. Материальная ответственность за нарушение требований безопасности: аварии, несчастные случаи, загрязнение окружающей среды.

Экономика безопасности труда. Социально-экономическое значение охраны труда, финансирование охраны труда. Экономические ущербы от производственного травматизма, профессиональных заболеваний и неблагоприятных условий труда – основные составляющие ущерба. Экономический эффект мероприятий по улучшению условий и охране труда.

Экономика чрезвычайных ситуаций. Эколого-экономические и социально-экономические составляющие ущерба от чрезвычайных ситуаций.

Экономическая эффективность превентивных мер по предотвращению чрезвычайных ситуаций.

8.3. Страхование рисков: экологическое страхование, страхование опасных объектов, страхование профессиональных рисков. Основные понятия, функции, задачи и принципы страхования рисков. Компенсационная, превентивная и инвестиционная экономические функции страхования ответственности. Экологическое страхование – проблемы и страховые риски.

Страхование ответственности предприятий – источников повышенной опасности. Страхование от несчастных случаев и профессиональных заболеваний. Федеральный закон «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний».

8.4. Государственное управление безопасностью: органы управления, надзора и контроля за безопасностью, их основные функции, права и обязанности, структура. Министерства, агентства и службы – их основные функции, обязанности, права и ответственность в области различных аспектов безопасности. Управление экологической, промышленной и производственной безопасностью в регионах, сельских зонах, на предприятиях и в организациях.

Обязанности работодателей по обеспечению охраны труда на предприятии.

Гарантии права работников на охрану труда. Обязанности работника по обеспечению охраны труда на предприятии.

Обучение работников безопасным приемам и методам работы.

Организация обучения и проверки знаний по охране труда руководителей и специалистов. Виды инструктажа по охране труда. Порядок проведения и оформления инструктажа.

Надзор и контроль за соблюдением законодательства об охране труда.

Надзор в сфере безопасности – основные органы надзора, их функции и права.

Кризисное управление в чрезвычайных ситуациях – российская система управления в чрезвычайных ситуациях – система РСЧС, система гражданской обороны – сущность структуры, задачи и функции.

Травматизм и заболеваемость на производстве.

Понятия о несчастном случае, производственной травме, профессиональном заболевании и отравлении. Острые и хронические заболевания.

Расследование и учет несчастных случаев на производстве. Относительные показатели производственного травматизма и профессиональной заболеваемости.

Причины производственного травматизма и профессиональной заболеваемости.

Методы анализа травматизма.

Организация мониторинга, диагностики и контроля состояния окружающей среды, промышленной безопасности, условий и безопасности труда. Государственная экологическая экспертиза и оценка состояния

окружающей среды, декларирование промышленной безопасности, государственная экспертиза условий труда, аттестация рабочих мест – понятие, задачи, основные функции, сущность, краткая характеристика процедуры проведения.

Аудит и сертификация состояния безопасности. Экологический аудит и экологическая сертификация, сертификация производственных объектов на соответствие требованиям охраны труда – сущность и задачи.

Основы менеджмента в области экологической безопасности, условий труда и здоровья работников: основные задачи, принципы и сущность менеджмента. Сущность цикла «Деминга-Шухарта» менеджмента качества: политика в области безопасности, контроль и измерение параметров, корректировка и постоянное совершенствование.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Разделы								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
	Знать:									
1	основные техносферные опасности, их свойства и характеристики;	+	+				+		+	
2	характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности.			+	+	+		+		
	Уметь:									
3	идентифицировать основные опасности среды обитания человека;	+		+	+		+			
4	оценивать риск их реализации, выбирать методы защиты от опасностей применительно к сфере своей профессиональной деятельности и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности.		+			+		+	+	
	Владеть:									
5	законодательными и правовыми актами в области безопасности и охраны окружающей среды, требованиями к безопасности технических регламентов в сфере профессиональной деятельности;	+			+			+	+	
6	способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях;				+			+		
7	понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности;	+	+	+	+	+	+	+	+	
8	навыками рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности и защиты окружающей среды.			+	+			+		
<p>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>универсальные компетенции и индикаторы их достижения: (перечень из п.2)</i></p>										

	Код и наименование УК (перечень из п.2)	Код и наименование индикатора достижения УК (перечень из п.2)								
9	УК-8. - Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.1. Знает классификацию и источники чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения; причины, признаки и последствия опасностей, способы защиты от чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов; принципы организации безопасности труда на предприятии, технические средства защиты людей в условиях чрезвычайной ситуации.	+	+	+	+	+	+	+	+
УК-8.2. Умеет поддерживать безопасные условия жизнедеятельности в мирное и военное время; выявлять признаки, причины и условия возникновения чрезвычайных ситуаций; оценивать вероятность возникновения потенциальной опасности и принимать меры по ее предупреждению.		+	+			+		+	+	
УК-8.3. Владеет навыками прогнозирования возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций; навыками по применению основных методов защиты в условиях чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.			+	+	+			+	+	

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены учебным планом.

6.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Безопасность жизнедеятельности*», а также дает знания о методиках определения показателей опасности и вредности производственной среды и требованиям к выполнению методик, обеспечивающих достоверность получаемых результатов.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 28 баллов (максимально по 2,5 балла за 10 работ и 1,5 балла за работы № 1 и 10). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают:

№ п/п	№ раздела дисциплины	Примерные темы лабораторных работ	Часы
1	5.2	Определение параметров метеорологических условий в рабочей зоне производственных помещений.	1,0
2	4.2	Оценка эффективности работы вентиляционных установок.	1,0
3	3.2; 4.2	Определение запыленности воздуха производственных помещений.	1,0 0,5
4	3.3; 4.3	Исследование производственного шума и эффективности звукоизолирующих устройств.	1,0 0,5
5	5.3	Измерение и нормирование естественной освещенности на рабочих местах.	1,5
6	5.1, 5.2, 5.3	Специальная оценка условий труда	1,5
7	3.8; 7.2	Определение температуры вспышки горючих жидкостей.	1,0 0,5
8	3.8; 7.2	Категорирование помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности	1,0 0,5
9	3.8; 7.3	Определение группы трудногорючих и горючих твердых веществ и материалов	1,0 0,5
10	3.6; 4.3	Исследование опасности поражения человека током в трехфазных электрических сетях.	0,5 0,5
11	7.2; 7.8	Определение типа и количества огнетушителей для производственных помещений. Расчет максимального количества горючих жидкостей для производственных помещений.	1,0 0,5
12	3.8	Определение нижнего концентрационного предела распространения пламени пылевоздушных смесей	1,0

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала и подготовку к выполнению лабораторных работ по разделам дисциплины;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- подготовка к экзамену.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 32 балла), лабораторного практикума (максимальная оценка 28 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно–аналитическая работа не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы (первая по разделу 4 и 8, вторая по разделу 7). Максимальная оценка за контрольные работы составляет по 16 баллов за каждую. 28 баллов отводятся на лабораторные работы.

Раздел 4 и 8. Примеры вопросов к контрольной работе № 1.

Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 8 баллов за вопрос.

Вопрос 1.1.

1. Промышленная безопасность РФ. Законодательные основы промышленной безопасности.
2. Виды и порядок проведения инструктажа по охране труда на

предприятии.

3. Порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве.

4. Организация службы охраны труда на предприятии.

5. Основные задачи службы охраны труда на предприятии.

6. Права работников службы охраны труда.

7. Виды надзора и контроля за соблюдением законодательства в сфере охраны труда.

8. Опасные и вредные производственные факторы. Примеры.

9. Понятие «производственная травма». Особенности производственных травм и отравлений.

10. Классификация опасных и вредных производственных факторов.

11. Условия труда. Классификация условий труда.

Вопрос 1.2.

1. Требования безопасности, предъявляемые к технологическим процессам. Инженерно-технические средства безопасности.

2. Потенциально опасные технологические процессы (группы). Виды опасностей и основные причины возникновения аварийной ситуации. Технологический регламент, его содержание.

3. Сосуды и аппараты, работающие под давлением, требования безопасности, предъявляемые к ним, их арматура и техническое освидетельствование.

4. Назначение, устройство, маркировка и техническое освидетельствование баллонов.

5. Меры безопасности при эксплуатации, транспортировке и хранении баллонов. Причины взрывов и списания баллонов. Ацетиленовые баллоны, их устройство.

6. Безопасность эксплуатации компрессоров (источники опасности, системы смазки и охлаждения, предохранительные устройства, контрольно-измерительные приборы). Специальные требования безопасности.

7. Назначение, классификация и типы газгольдеров. Устройство и безопасная эксплуатация газгольдеров низкого давления.

8. Действие электрического тока на организм человека и виды поражений. Факторы, определяющие степень воздействия электрического тока на организм человека. Электрозащитные средства: изолирующие, ограждающие и вспомогательные.

9. Условия и основные причины поражения человека электрическим током. Пороговые значения различных видов тока. Классификация помещений по опасности поражения людей электрическим током.

10. Технические способы и средства защиты, обеспечивающие электробезопасность (защитное заземление, зануление и т.д.).
11. Безопасность при проведении работ в закрытых аппаратах и емкостях.

Раздел 7. Примеры вопросов к контрольной работе № 2.

Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 8 баллов за вопрос.

Вопрос 2.1.

1. Понятие о горении. Условия, виды, формы и характеристики горения.
2. Понятие о взрывном горении. Условия, виды, формы и характеристики взрывного горения.
3. Физические и химические взрывы. Характеристики, механизмы реализации.
4. Дефлаграционный и детонационный режимы взрывного горения.
5. Активные и пассивные способы взрывозащиты технологического оборудования.
6. Показатели пожаровзрывоопасности веществ в газообразном агрегатном состоянии.
7. Основные опасности, связанные с применением в химических и других отраслях промышленности горючих газов.
8. Показатели пожаровзрывоопасности веществ в твердом агрегатном состоянии.
9. Порядок определения группы горючести твердых веществ и материалов.
10. Группы горючести строительных материалов.
11. Механизмы самовозгорания твердых веществ и материалов.

Вопрос 2.2.

1. Показатели пожаровзрывоопасности веществ в состоянии аэрозолей.
2. Концентрационные пределы распространения пламени. Флегматизация и ингибирование.
3. Показатели пожаровзрывоопасности веществ в жидком агрегатном состоянии.
4. Требования пожарной безопасности в соответствии с ГОСТ ССБТ.
5. Первичные и вторичные факторы пожара, воздействующие на людей и материальные ценности. Защита от поражающих факторов пожара.
6. Предотвращение образования горючей и взрывоопасной среды.
7. Категорирование помещений по взрывопожарной и пожарной опасности по СП 12.13130.2009. Характеристика категорий и их применение.
8. Категорирование зданий по взрывопожарной и пожарной опасности по СП 12.13130.2009. Характеристика категорий и их применение.
9. Огнетушащие вещества, классификация, состав и краткая характеристика.
10. Первичные средства тушения пожаров, назначение и устройство.

11. Принцип действия углекислотных огнетушителей, их устройство, назначение и порядок приведения в действие.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (8 семестр – экзамен)

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 4 вопроса, каждый оценивается по 10 баллов.

1. Опасности и их источники. Виды опасности по степени завершенности воздействия на объект защиты. Виды реализации опасностей.
2. Риск – количественная мера опасности. Виды риска.
3. Анализ, оценка и управление риском.
4. Эволюция опасностей и человека.
5. Концепция устойчивого развития. Взаимосвязь устойчивого развития и безопасности.
6. Реализация целей устойчивого развития в России. Законодательная база, специфика реализации.
7. Современные системы защиты и безопасности. Их взаимосвязь и объекты защиты.
8. Нормативные и законодательные основы управления безопасностью жизнедеятельности.
9. Законодательные основы безопасности труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях, промышленной безопасности и пожарной безопасности в Российской Федерации.
10. Экономическое управление безопасностью окружающей среды, безопасностью труда, чрезвычайных ситуаций. Принципы страхования рисков.

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

8.4. Структура и примеры билетов

Экзамен по дисциплине «*Безопасность жизнедеятельности*» проводится в 8 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для *экзамена* состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы *экзамена* оцениваются из максимальной оценки 40 баллов. Каждый вопрос оценивается в 10 баллов.

Пример билета для *экзамена*:

<p>«Утверждаю» Зав. кафедрой ТСБ</p> <p>_____ Н.И. Акинин</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра техносферной безопасности
	Направление подготовки 18.03.02 – Энерго- ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
	Безопасность жизнедеятельности
Билет № 1	
<p>1. Взаимодействие человека и среды обитания. Риск – количественная мера опасности.</p> <p>2. Понятие микроклимата производственных помещений, нормирование микроклимата.</p> <p>3. Действие электрического тока на человека. Электроразщитные средства. Первая помощь при поражении человека электрическим током.</p> <p>4. Активные способы пожаро- и взрывозащиты технологического процесса.</p>	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

9.1. Рекомендуемая литература.

А) Основная литература.

1. Безопасность жизнедеятельности в химической промышленности: учебник / Н. И. Акинин, Л. К. Маринина, А. Я. Васин [и др.]; под общей редакцией Н. И. Акинина. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-3891-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116363> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Безопасность жизнедеятельности. Производственная санитария в химической промышленности. Лабораторный практикум: Учебное пособие / Н.И. Акинин [и др.]. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2023. – 156 с.

3. Безопасность жизнедеятельности. Пожарная профилактика и электробезопасность в химической промышленности. Лабораторный практикум /Н.И. Акинин [и др.]. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2023. – 112 с.

4. Занько, Н. Г. Безопасность жизнедеятельности: учебник / Н. Г. Занько, К. Р. Малаян, О. Н. Русак. — 17-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 704 с. — ISBN 978-5-8114-0284-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/92617>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Б) Дополнительная литература.

1. Безопасность труда в химической промышленности [Текст]: учебное пособие для студ. вузов / ред.: Л. К. Маринина. - М.: Academia, 2006. - 526 с.

2. Акинин, Н. И. Прогнозирование взрывоопасности парогазовых смесей [Электронный ресурс] / Н. И. Акинин, И.В. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. - 175 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

«Безопасность труда в промышленности» ISSN 0409-2961;

«Безопасность в техносфере» ISSN 1998-071X;

«Пожарная безопасность» ISSN 2411-3778;

«Пожаровзрывобезопасность» ISSN 0869-7493 (Print) и ISSN 2587-6201 (Online);

«Безопасность жизнедеятельности» ISSN 1684-6435;

«Информационные бюллетени Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору» (подписные индексы по каталогу «Газеты. Журналы» ОАО «Агентство «Роспечать» 82684 и 85219).

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 10, (общее число слайдов – 200);

- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 г. составляет 1 727 628 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные

отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Безопасность жизнедеятельности»* проводятся в форме лекций, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебные аудитории для проведения лекционных занятий, оборудованные электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Учебные лаборатории (производственная санитария, пожарная профилактика), оснащенные лабораторной мебелью, демонстрационными досками и научным оборудованием для проведения лабораторных работ.

Научно-исследовательское оборудование для определения характеристик опасных и вредных производственных факторов (аспиратор для отбора проб воздуха, весы аналитические – 1-й класс точности, шумомер, люксметр, анемометр, вытяжной шкаф, гигрометр, прибор ТВ1 для определения температуры вспышки).

Испытательная лаборатория по определению показателей пожаровзрывоопасности веществ и материалов, установка ОТМ (определение группы горючих и трудногорючих веществ и материалов), стеклянный взрывной цилиндр.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы, каталоги и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками средств индивидуальной защиты, респираторы У-2К, противогазы ГП-7, самоспасатель изолирующий, защитный капюшон «Феникс».

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

Компьютерный класс кафедры техносферной безопасности, презентационное мультимедийное оборудование.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционной части дисциплины; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	Бессрочно
2	Microsoft Office Standard 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none">• Word• Excel• Power Point• Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	10	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Введение в безопасность.</p>	<p>Знает: - основные техносферные опасности, их свойства и характеристики;</p> <p>Умеет: - идентифицировать основные опасности среды обитания человека;</p> <p>Владеет: - законодательными и правовыми актами в области безопасности и охраны окружающей среды, требованиями к безопасности технических регламентов в сфере профессиональной деятельности; - понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности.</p>	<p>Оценка на экзамене.</p>
<p>Раздел 2. Человек и техносфера.</p>	<p>Знает: - основные техносферные опасности, их свойства и характеристики;</p> <p>Умеет: - оценивать риск их реализации, выбирать методы защиты от опасностей применительно к сфере своей профессиональной деятельности и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности.</p> <p>Владеет: - понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности.</p>	<p>Оценка на экзамене.</p>
<p>Раздел 3. Идентификация и воздействие на человека вредных и опасных факторов среды обитания.</p>	<p>Знает: - характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности.</p> <p>Умеет: - идентифицировать основные опасности среды обитания человека;</p> <p>Владеет: - понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности;</p>	<p>Оценка на экзамене, Оценка за лабораторные работы № 3,4, 7-12.</p>

	- навыками рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности и защиты окружающей среды.	
Раздел 4. Защита человека и среды обитания от вредных и опасных факторов природного, антропогенного и техногенного происхождения	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - идентифицировать основные опасности среды обитания человека; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - законодательными и правовыми актами в области безопасности и охраны окружающей среды, требованиями к безопасности технических регламентов в сфере профессиональной деятельности; - способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях; - понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности; - навыками рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности и защиты окружающей среды. 	Оценка на экзамене, Оценка за лабораторные работы № 1-4, 10, Оценка за контрольную работу № 1.
Раздел 5. Обеспечение комфортных условий для жизни и деятельности человека.	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать риск их реализации, выбирать методы защиты от опасностей применительно к сфере своей профессиональной деятельности и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности. 	Оценка на экзамене, Оценка за лабораторные работы № 1, 2, 5, 6.

<p>Раздел 6. Психофизиологические и эргономические основы безопасности</p>	<p>Знает: - основные техносферные опасности, их свойства и характеристики; Умеет: - идентифицировать основные опасности среды обитания человека; Владеет: - понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности.</p>	<p>Оценка на экзамене.</p>
<p>Раздел 7. Чрезвычайные ситуации и методы защиты в условиях их реализации.</p>	<p>Знает: - характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности. Умеет: - оценивать риск их реализации, выбирать методы защиты от опасностей применительно к сфере своей профессиональной деятельности и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности. Владеет: - законодательными и правовыми актами в области безопасности и охраны окружающей среды, требованиями к безопасности технических регламентов в сфере профессиональной деятельности; - способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях; - понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности; - навыками рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности и защиты окружающей среды.</p>	<p>Оценка на экзамене, Оценка за лабораторные работы № 7-9, 11, Оценка за контрольную работу № 2.</p>
<p>Раздел 8. Управление безопасностью жизнедеятельности</p>	<p>Знает: - основные техносферные опасности, их свойства и характеристики; Умеет: - оценивать риск их реализации, выбирать методы защиты от опасностей применительно к сфере своей профессиональной деятельности</p>	<p>Оценка на экзамене.</p>

	<p>и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности.</p> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - законодательными и правовыми актами в области безопасности и охраны окружающей среды, требованиями к безопасности технических регламентов в сфере профессиональной деятельности; - понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности. 	
--	---	--

13.ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Безопасность жизнедеятельности»
основной образовательной программы
 18.03.02 «Энерго-ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»
 Форма обучения: очная

Номер изменения/дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
2.		протокол заседания Ученого совета № (номер) от «дата» месяц 20год.
3.		им. Д.И. Менделеева
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.

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



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

Ф.А. Колоколов

« » 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

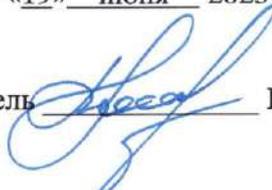
«Введение в научные исследования»

Направление подготовки – 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки – «Основные процессы химических производств и хи-
мическая кибернетика»

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«19» июня 2023 г.

Председатель  Н.А. Макаров

Москва 2023

Программа составлена

д.т.н., профессором, профессором кафедры кибернетики химико-технологических процессов

Т.В. Савицкой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов «26» апреля 2023 г., протокол № 7 .

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки бакалавров *18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии* (ФГОС ВО), профиль «*Основные процессы химических производств и химическая кибернетика*», с рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания аналогичных дисциплин кафедрой кибернетики химико-технологических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана блока «Дисциплины (модули)», является факультативной дисциплиной и рассчитана на изучение в 6 семестре обучения.

Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганической, органической, физической химии, процессов и аппаратов химической технологии, макрокинетики химических процессов, методов оптимизации и планирования эксперимента и др.

1. Цель дисциплины – формирование у студентов системы знаний и компетенций в области теории и практики проведения современных научных исследований, базовых навыков организации и планирования самостоятельной научно-исследовательской деятельности.

Задачами дисциплины являются:

- приобретение практических знаний в области теории и практики современных научных исследований;
- приобретение навыков планирования и выполнения научно-исследовательской работы;
- обработка, интерпретация и представление научных результатов;
- подготовка к выполнению выпускной квалификационной работы.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Изучение дисциплины при подготовке бакалавров по направлению *18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*, профиль «*Основные процессы химических производств и химическая кибернетика*» способствует формированию следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный	УК-1.1 – Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа

	<p>подход для решения поставленных задач.</p>	<p>УК-1.2 – Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач</p> <p>УК-1.3 – Владеет навыками поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; использования системного подхода для решения поставленных задач</p>
--	---	---

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения: учебным планом не предусмотрены.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-4. Способен осуществлять научные исследования в области энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии с использованием информационных компьютерных технологий	ПК-4.1. Знает методы сбора, анализа и систематизации экспериментальных данных, обобщения научно-технической информации в области профессиональной деятельности с использованием информационных компьютерных технологий	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки
			ПК-4.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии и специализированное программное обеспечение для решения научно-исследовательских задач в области энерго- и ресурсосбережения	Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-

			<p>ПК-4.3. Владеет приемами анализа, обработки, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки и оформления научно-технических отчетов</p>	<p>конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/01.5. Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (уровень квалификации – 5).</p> <p>А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).</p>
--	--	--	---	---

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные принципы организации научно-исследовательских работ, этапы при их выполнении;
- основные источники научно-технической информации;
- современные методы научных исследований, применяемых в области энерго- и ресурсосберегающих процессов химической технологии;

Уметь:

- планировать научно-исследовательскую работу;
- оформлять и представлять результаты научных исследований.

Владеть:

- методологией проведения научных исследований;
- навыками накопления и обработки научно-технической информации;
- навыками представления результатов научных исследований.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Дисциплина изучается в 6 семестре на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления *18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*. Итоговой формой контроля по дисциплине является зачет.

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	0.88	32	24
Лекции			
Практические занятия (ПЗ)	0,88	32	24
Лабораторные занятия (ЛЗ)	-	-	-
Самостоятельная работа	1.22	40	30
Контактная самостоятельная работа	1.22	0.2	0.15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39.8	29.85
Вид контроля:	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Раздел	Наименование раздела	Академ. часов			
		Всего	Практич. занятия	Сам. работа	Зачет
	Введение	4	2	2	
1	Раздел 1. Методология научных исследований	18	8	10	+
2	Раздел 2. Организация научных исследований в РФ	28	12	16	+
3	Раздел 3. Виды научно-исследовательской работы и	22	10	12	+

	этапы её выполнения				
	ИТОГО	72	32	40	+

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение

Основные задачи дисциплины. Понятие науки, цели, задачи. Квалификация наук. Значение и роль науки в современном мире.

Раздел 1. Методология научных исследований

Научное знание. Научное исследование, как форма развития науки. Понятие и основные функции методологии научного исследования. Методологическая основа. Общенаучная методология. Конкретно-научная методология. Понятие метода и методики исследования. Классификация методов.

Раздел 2. Организация научных исследований в РФ

Основные законодательные акты РФ, регламентирующие научно-исследовательскую деятельность. Организации, осуществляющие научно-исследовательскую деятельность. Источники финансирования научных исследований. Приоритетные направления развития науки и техники.

Раздел 3. Виды научно-исследовательской работы и этапы её выполнения

Фундаментальные, поисковые, прикладные научные исследования – их цели и результаты.

Выбор темы научного исследования. Поиск и анализ литературных данных. Значение анализа литературных данных для научного исследования. Выполнение экспериментальных (теоретических) исследований. Анализ полученных данных. Оформление результатов научно-исследовательской работы (НИР), основные разделы работы; требования к оформлению основных разделов научной работы в соответствии с ГОСТ 7.32-2017 – Отчёт о научно-исследовательской работе. Этапы внедрения результатов научных исследований: НИР → аванпроект → опытно-конструкторская работа (ОКР).

Особенности выполнения, оформления и защиты выпускной квалификационной работы.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

№	В результате прохождения практики студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
Знать:					
1	– основные принципы организации научно-исследовательских работ, этапы при их выполнении;	+	+	+	
2	– основные источники научно-технической информации;	+	+	+	
3	– современные методы научных исследований, применяемых в области энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии;	+			
Уметь:					
4	– планировать научно-исследовательскую работу;	+	+		
5	– оформлять и представлять результаты научных исследований.	+		+	
Владеть:					
6	– методологией проведения научных исследований;	+			
7	– навыками накопления и обработки научно-технической информации;	+	+	+	
8	– навыками представления результатов научных исследований.		+	+	
В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие <u>универсальные и профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>					
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК			
9	– УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1 – Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа	+	+	+
		УК-1.2 – Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач	+	+	

		– УК-1.3 –Владеет навыками поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; использования системного подхода для решения поставленных задач	+	+	+
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
10	– ПК-4. Способен осуществлять научные исследования в области энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии с использованием информационных компьютерных технологий.	– ПК-4.1. Знает методы сбора, анализа и систематизации экспериментальных данных, обобщения научно-технической информации в области профессиональной деятельности с использованием информационных компьютерных технологий.	+	+	+
		– ПК-4.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии и специализированное программное обеспечение для решения научно-исследовательских задач в области энерго- и ресурсосбережения		+	+
		– ПК-4.3. Владеет приемами анализа, обработки, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки и оформления научно-технических отчетов.		+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела практики	Темы практических занятий	Часы
1-2	1, 3	Практические занятия 1-2. Приобретение навыков работы с электронными библиотеками и другими информационными источниками для поиска информации для подготовки реферата и обзора по тематике исследования	4
3	2	Практическое занятие 3. Приобретение навыков работы с нормативной и нормативно-методической документацией, регламентирующей деятельность по изучению объекта научных исследований	2
4-5	2	Практические занятия 4-5. Приобретение навыков поиска информации на сайтах производителей химической продукции, технологического оборудования, наилучших доступных технологий и т.п., специализированных базах данных	4
6-8	1,3	Практические занятия 6-8. Изучение методов, методик, в том числе расчетных для проведения экспериментов для изучения объекта исследования	6
9-10	1,3	Практические занятия 9-10. Изучение методик планирования эксперимента, анализа и обработки экспериментальных данных в зависимости от тематики научных исследований	4
11-13	1,3	Практические занятия 11-13. Изучение возможностей универсального и специализированного программного обеспечения для моделирования задач научных исследований	6
14-15	3	Практические занятия 14-15. Выполнение экспериментальных (теоретических) исследований. Оформление результатов научно-исследовательской работы.	4
16	1-3	Защита реферата по тематике исследования	2
ИТОГО:			32

6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии проведение лабораторных занятий по дисциплине не предусмотрено.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

На дисциплину учебным планом выделено 40 акад. часов (30 астрон. часов) самостоятельной работы.

Основу содержания самостоятельной работы обучающегося при изучении дисциплины составляет освоение методов, приемов, технологий анализа и систематизации научно-технической информации, подготовка и работа по теме реферата, разработка планов и программ проведения научных исследований и выполнение исследований по теме научно-исследовательской работы с учётом интересов и возможностей кафедры или организации, где она проводится.

При изучении дисциплины обучающийся должен использовать совокупность форм и методов самостоятельной работы:

- посещение семинаров кафедры (проблемной лаборатории, научной группы);
- изучение методик анализа и систематизации научно-технической информации, разработки планов и программ проведения научных исследований;
- посещение тематических выставок;
- самостоятельное изучение рекомендуемой литературы.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за подготовку и защиту реферата (максимальная оценка 40 баллов) и выполнение двух контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов, по 30 баллов за каждую контрольную работу).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Принципы планирования научно-исследовательской деятельности в высшем учебном заведении.
2. Методологические подходы к организации и проведению научно-исследовательских работ.
3. Подходы к организации научно-исследовательской работы студентов.
4. Приемы защиты объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности.
5. Формы апробации результатов научно-исследовательских работ.
6. Общие принципы организации проведения экспериментов и испытаний.
7. Методики и приемы обработки и анализа экспериментальных данных.
8. Формы и приемы управления научно-исследовательским коллективом.
9. Принципы разработки заданий для исполнителей научных исследований.
10. Требования к оформлению результатов научно-исследовательских работ.
11. Особенности организации лабораторных научных исследований.
12. Особенности проведения компьютерных экспериментов с использованием специализированного программного обеспечения.
13. Сравнительный анализ научно-исследовательской деятельности в высшем учебном заведении и других научных организациях в России.
14. Методологические подходы к организации и проведению научно-исследовательских работ с использованием экспериментальных методов и методов компьютерного моделирования.
15. Общие принципы поиска, обработки и анализа научно-технической информации с применением Интернет-технологий.
16. Методологические подходы к изучению объектов практических исследований.

17. Фундаментальные и прикладные исследования в России. Цели, задачи, источники финансирования, результаты.
18. Научно-исследовательские работы школьников старших классов и студентов младших курсов как драйвер развития современной науки.
19. Научные исследования и практические разработки, их взаимосвязь и взаимодействие.
20. Научные издания. Классификация, роль и место при организации научной работы студентов.

8.2. Примеры вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Контрольные работы проводятся в форме устного опроса по теме научно-исследовательской работы. Максимальная оценка за каждую работу – 30 баллов.

Контрольная работа №1

Максимальная оценка – 30 баллов

- Представление программы научного исследования.
- Основные достижения науки и производства по теме исследования.
- Актуальность выполняемой работы.
- Обоснование выбора и характеристика применяемых методов исследования.
- Предполагаемые научные и практические результаты выполняемого исследования.

Контрольная работа №2

Максимальная оценка – 30 баллов

- Контроль выполнения программы научно-исследовательской работы.
- Анализ аналитического обзора по теме исследования.
- Необходимость корректировки темы и методов выполняемого исследования.
- Анализ полученных научных результатов.
- Графическое представление результатов эксперимента.
- Содержание презентации научно-исследовательской работы.

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

8.3. Итоговый контроль освоения дисциплины

Итоговый контроль освоения дисциплины не предусмотрен.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Рыжков И. Б. Основы научных исследований и изобретательства: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2013. 224 с.
2. Требования к оформлению выпускных квалификационных (дипломных) и курсовых работ: методические указания / сост. В.М. Аристов, С.Г. Комарова, Х.А. Невмятулина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 36 с.

Б. Дополнительная литература

1. Охрана интеллектуальной собственности: учебное пособие / Е. А. Василенко, Т. В. Мещерякова, Д. А. Бобров, В. А. Желтов – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2007. 104 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- «Теоретические основы химической технологии», ISSN – 0040-3571;
- «Автоматизация в промышленности» ISSN печатной версии: 1819-5962;
- «Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика» ISSN печатной версии: 2073-0004;
- СТА: современные технологии автоматизации» ISSN печатной версии: 0206-975X;
- «Программные продукты и системы» ISSN печатной версии: 0236-235X, ISSN онлайн-версии: 2311-2735;
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN – 0023-110X;
- «Химическая технология», ISSN – 1684-5811;
- «Стандарты и качество», ISSN – 0038-9692;
- «Контроль качества продукции», ISSN – 2541-9900;
- «Информационные технологии в проектировании и производстве», ISSN – 2073-2597;
- «Химическое и нефтегазовое машиностроение», ISSN – 023-1126;
- «Chemical Engineering Transactions», ISSN 1974-9791;
- «Reliability Engineering & System Safety», ISSN – 0951-8320;
- «Computers & Chemical Engineering», ISSN – 0098-1354.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- www.tefos.ru
- www.biohimpro.ru
- www.akiko.ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации практики подготовлены следующие средства обеспечения освоения практики:

- банки тестовых заданий для текущего контроля изучения дисциплины;
- методические указания для подготовки реферата по дисциплине.

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн с использованием LMS Moodle, включая обмен сообщениями, новостной форум и др., и платформы проведения видеоконференций Proffme, Яндекс Телемост, Вебинар.

Руководители практики для взаимодействия со студентами также используют групповой чат в ЭИОС, индивидуальные чаты и тематические группы в социальной сети <http://vk.com/>, групповые онлайн-конференции и индивидуальные онлайн-собеседования с использованием платформ проведения видеоконференцсвязи Proffme, Яндекс Телемост, Вебинар.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации

образовательного процесса по практике. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1 727 628 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

В соответствии с учебным планом по дисциплине предусмотрены практические занятия и самостоятельная работа.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

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

Лаборатория современных средств автоматизации (ауд. 244) оснащена: 1) двухпозиционной системой управления калорифером на базе ТРМ-2, 2) двухпозиционной системой регулирования температуры жидкости в емкости с мешалкой на базе 2ТРМ1 3) трёхпозиционной системой регулирования температуры жидкости в ёмкости с мешалкой на базе ИРТ5920, 4) переносной трёхпозиционной системой регулирования температуры воздуха на базе ИРТ5920Н, 5) системой непосредственного цифрового управления калорифером с использованием БУСТ, 6) импульсной системой управления калорифером с использованием широтно-импульсной модуляции на базе ТРМ12-PiC, 7) микропроцессорной одноконтурной системой регулирования температуры на выходе из калорифера на базе ТРМ101, 8) микропроцессорной одноконтурной системой регулирования температуры жидкости в ёмкости на базе ТРМ101, 9) каскадной автоматической системой регулирования уровня на базе контроллера СуВго2, 10) микропроцессорной системой управления объектом периодического действия на базе программируемого логического контроллера ПЛК150, 11) микропроцессорной системой управления калорифером на базе программируемого логического контроллера ПЛК150, 12) микропроцессорной системой управления климатической камерой КК-350 ТХВ на базе программируемого логического контроллера ПЛК150. Каждая установка имеет

автоматизированное рабочее место, основу которого составляет ПК с системным блоком, напрямую соединённым через СОМ-порт с базовыми микропроцессорными устройствами. Все 12 ПК объединены в единую лабораторную сеть, имеют необходимое программное обеспечение и доступ в Интернет.

Лаборатория математического моделирования (ауд. 243) оснащена установками теплообмена, ректификации, абсорбции, кристаллизации, фазового равновесия, сушики, химическим реактором, мембранной установкой, азротенком, каталитической установкой для проведения химических реакций, насадочной ректификационной установкой «Луммарк», установками ректификации, газоанализатором «ГИАМ-310-02-2-2», газовым хроматографом 3700 с двумя капиллярными и четырьмя насадочными колонками, ПИД регулятором одноканальным ТРМ-101-СС. Для занятий используются 2 ПК с предустановленным программным обеспечением.

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

В процессе изучения дисциплины доступна рабочая программа, размещенная в ЭИОС. Студенты могут использовать электронные ресурсы для самостоятельной подготовки, размещенные на сайте междисциплинарной автоматизированной системы обучения в LMS Moodle <http://cis.muotr.ru/alk/> по отдельным лекциям учебных дисциплин, преподаваемым в соответствии с учебным планом. Доступны по локальной сети комплексы лабораторных работ по различным дисциплинам, включающие типовые примеры выполнения работ и требования к отчетам, варианты заданий, руководство по работе с моделирующим программным обеспечением.

Используются компьютерные конспекты лекций; видеоуроки для проведения практических занятий, направленных на приобретение навыков работы со специализированным программным обеспечением; электронные учебные пособия; глоссарии основных понятий и определений в предметной области. Организован доступ к свободно распространяемым образовательным порталам и сайтам для использования информационно-справочных ресурсов.

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

На кафедре КХТП для организации дисциплины имеются персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, USB-портами, принтерами, многофункциональными устройствами и программными средствами; мультимедийное проекционное оборудование; веб-камеры; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет; беспроводные точки доступа в локальную сеть и сеть Интернет.

При необходимости использования аудиовизуального материала для обсуждения материалов дисциплины в виде презентации на кафедре имеются проекторы, настенные и переносные экраны, а также звуковые колонки.

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Для организации самостоятельной работы обучающихся по дисциплине доступны информационно-образовательные и информационно-справочные материалы, размещенные на сайте междисциплинарной автоматизированной системы обучения <http://cis.muctr.ru/alk/>, доступ по локальной сети. Размещены презентации лекций, теоретические положения к выполнению заданий в программных комплексах, руководства по работе с моделирующим программным обеспечением, требования к оформлению результатов расчетов, примеры к выполнению заданий по разработке баз данных по типовому оборудованию химических производств и др.

Организован доступ к свободно распространяемым образовательным порталам и сайтам для использования информационно-справочных ресурсов.

Бакалавры могут использовать данные электронные ресурсы для самостоятельной подготовки, а в последующем – при изучении учебных дисциплин и написания выпускной квалификационной работы.

На кафедре КХТП используются информационно-методические материалы: учебные пособия; методические рекомендации к практическим занятиям; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде.

Для изучения дисциплины имеются следующие электронные образовательные ресурсы: междисциплинарная автоматизированная система обучения на основе сетевых технологий для подготовки химиков-технологов; инновационный учебно-методический комплекс по проблемам химической безопасности и биологической безопасности; специализированное программное обеспечение; базы данных специализированного назначения и другие.

Информационно-образовательные, информационно-методические, учебно-исследовательские ресурсы представлены на образовательном сайте междисциплинарной АСО <http://cis.muctr.ru/alk/>, разработанном на кафедре, доступном по локальной сети.

Обеспеченность современными учебными пособиями, выпущенными преподавателями кафедры КХТП для бакалавров, 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://khtp.muctr.ru>

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество	Срок окончания действия лицензии
1	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2	Image Processing Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество	Срок окончания действия лицензии
	License)			
3	System Identification Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
4	Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
5	Statistics Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
6	Global Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
7	Partial Differential Equation Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
8	Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
9	Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
10	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24	бессрочная
11	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word • Excel	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	15	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую)

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество	Срок окончания действия лицензии
	<ul style="list-style-type: none"> • Power Point • Outlook 			
12	Microsoft Windows 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License, Номер лицензии 62795478	16	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Методология научных исследований	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные принципы организации научно-исследовательских работ, этапы при их выполнении; – основные источники научно-технической информации; – современные методы научных исследований, применяемых в области энергонасыщенных материалов; <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – планировать научно-исследовательскую работу; – оформлять и представлять результаты научных исследований. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методологией проведения научных исследований; – навыками накопления и обработки научно-технической информации; – навыками представления результатов научных исследований; 	Оценка за реферат
Раздел 2. Организация научных исследований в РФ	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные принципы организации научно-исследовательских работ, этапы при их выполнении; – основные источники научно-технической информации; <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – планировать научно- 	Оценка за контрольную работу №1. Оценка за реферат.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>исследовательскую работу;</p> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками накопления и обработки научно-технической информации; – навыками представления результатов научных исследований. 	
<p>Раздел 3. Виды научно-исследовательской работы и этапы её выполнения</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные принципы организации научно-исследовательских работ, этапы при их выполнении; – основные источники научно-технической информации; <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – оформлять и представлять результаты научных исследований. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками накопления и обработки научно-технической информации; – навыками представления результатов научных исследований 	<p>Оценка за контрольную работу №2.</p> <p>Оценка за реферат.</p> <p>Оценка на зачёте.</p>

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе практики
«Введение в научные исследования»
основной образовательной программы
18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии»**

«Основные процессы химических производств и химическая кибернетика»

Форма обучения: очная

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

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



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

Ф.А. Колоколов

« » _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Вычислительный эксперимент в задачах химической технологии»

Направление подготовки – 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки – «Основные процессы химических производств и хи-
мическая кибернетика»

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«19» июня 2023 г.

Председатель

Н.А. Макаров

Москва 2023

Программа составлена к.т.н., доцентом кафедры кибернетики химико-технологических процессов В.А. Налетовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева
«26» апреля 2023 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**, программа бакалавриата «**Основные процессы химических производств и химическая кибернетика**» рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины **кафедрой кибернетики химико-технологических процессов** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «**Вычислительный эксперимент в задачах химической технологии**» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана, дисциплины по выбору 1 (ДВ.1). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области информатики, математики, вычислительной математики, общей химической технологии.

Цель дисциплины – изучить методы и приёмы проведения вычислительного эксперимента на математических моделях некоторых объектов химической технологии.

Задачи дисциплины:

- изучение особенностей объектов вычислительных экспериментов, множеств варьируемых параметров, математического описания топологии системы, общего алгоритма проведения вычислительного эксперимента;
- изучение методов и алгоритмов математического моделирования типовых процессов на примере ректификации и теплообмена;
- изучение методов оценки результатов вычислительных экспериментов на основе энергетического подхода;
- изучение особенностей математического моделирования процессов и систем в программной среде ChemCad;

Дисциплина «**Вычислительный эксперимент в задачах химической технологии**» преподаётся в 5 семестре. Контроль успеваемости студентов ведётся по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-3. Способен моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности	ПК-3.1. Знает методы идентификации математических описаний энерго- и ресурсосберегающих процессов на основе экспериментальных данных и методы их оптимизации с применением эмпирических и/или физико-химических моделей	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).
			ПК-3.2. Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения задач расчета, моделирования и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов и систем	
			ПК-3.3. Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов, и моделирования,	

			идентификации и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов	
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-4. Способен осуществлять научные исследования в области энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии с использованием информационных компьютерных технологий	ПК-4.3. Владеет приемами анализа, обработки, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки и оформления научно-технических отчетов	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/01.5. Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (уровень квалификации – 5). А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- подходы к методам математического моделирования различных объектов химической технологии;
- основные алгоритмы и методы численного решения математических и химико-технологических задач в стационарном состоянии и в детерминированной постановке;
- основные приёмы работы в визуальной среде Borland Delphi операционной системы Microsoft Windows;

Уметь:

- формулировать расчётные задачи вычислительного эксперимента в области химической технологии;
- использовать численные методы для решения таких задач;

Владеть:

- методами численного эксперимента и решения задач в области химической технологии.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,3	48	36
в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
Лекции	0,4	16	12
в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,9	32	24
в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
Самостоятельная работа	1,7	60	45
Контактная самостоятельная работа (<i>АттК из УП для зач / зач с оц.</i>)	1,7	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (<i>или другие виды самостоятельной работы</i>)		59,8	44,85
Вид контроля:			
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	-
Подготовка к экзамену.		-	-
Вид итогового контроля:	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Введение. Вычислительный эксперимент и математическое моделирование. Цель и основные задачи	8	-	4	-	-	-	0	-	4
2.	Раздел 1. Разработка математических моделей расчета кожухотрубчатых теплообменных аппаратов без изменения агрегатного состояния сред.	22	-	4	-	-	-	12	-	6
3.	Раздел 2. Математическое моделирование теплообмена с изменением агрегатного состояния фаз.	32	-	4	-	-	-	8	-	20
4.	Раздел 3. Основы математического моделирования процессов тепло- и массопередачи в ректификационных колоннах	46	-	4	-	-	-	12	-	30
	ИТОГО	108	-	16	-	-	-	32	-	60

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение. Вычислительный эксперимент и математическое моделирование. Цель и основные задачи.

Преимущества вычислительного эксперимента и математического моделирования в сравнении с натурным экспериментом. Причины, по которым применяют вычислительный эксперимент. Методы познания мира и моделирование. Преимущества и недостатки вычислительного эксперимента.

Раздел 1. Разработка математических моделей расчета кожухотрубчатых теплообменных аппаратов без изменения агрегатного состояния сред.

Общие сведения. Определение поверхности теплообмена. Различные схемы взаимного тока теплоносителей.

Поверочный и проектный расчёт. Определение теплопередающей поверхности. Учёт направления потоков. Учёт изменения температуры потоков и стенки и как следствие изменение свойств, участвующих в теплообмене сред.

Проведение численных экспериментов на разработанных программах с использованием изученных моделей.

Гидравлический расчёт теплообменных аппаратов в однофазных и двухфазных средах.

Математическое моделирование теплообмена в однофазных и двухфазных средах. Уравнение Навье-Стокса. Режимы течения. Расчёт гидравлического сопротивления однофазных и двухфазных потоков с учётом различных эффектов.

Математическое моделирование теплообмена в однофазных средах. Проведение численных экспериментов на разработанных программах с использованием изученных моделей.

Раздел 2. Математическое моделирование теплообмена с изменением агрегатного состояния фаз.

Процессы кипения и конденсации. Термодинамические основы процессов.

Математическое моделирование теплообмена при конденсации чистых паров и парогазовых смесей.

Различные типы конденсации пара из объёма и на поверхности. Учет режимов течения плёнки конденсата. Влияние различных факторов на режимы течения плёнки конденсата.

Методы расчёта конденсаторов парогазовых смесей.

Проведение численных экспериментов на разработанных программах с использованием изученных моделей.

Математическое моделирование теплообмена при кипении.

Проведение численных экспериментов на разработанных программах с использованием изученных моделей. Режимы кипения. Кипение в объёме и на поверхности, в каналах при организованном движении жидкости.

Раздел 3. Основы математического моделирования процессов тепло- и массопередачи в ректификационных колоннах.

Общие сведения и основные понятия ректификации. Подходы к описанию процессов ректификации. Различные методы расчёта.

Упрощенные математические модели для расчета процесса ректификации в простых колоннах.

Составление материального – покомпонентного, теплового баланса. Концепции: теоретической ступени разделения, равновесной тарелки, к.п.д. тарелки и колонны. Упрощенный расчёт ректификационной колонны. Соотношения Фенске и Андервуда.

Разработка программы расчета ректификационной колонны методом независимого определения концентраций с переменными потоками жидкости и пара по высоте колонны.

Совместное решение уравнений покомпонентного материального и теплового балансов и парожидкостного равновесия (методика Тиле-Геддеса). Обеспечение и ускорение сходимости методом θ -коррекции. Проведение численных экспериментов на

разработанных программах с использованием изученных моделей. Подходы к учёту неидеальности жидкой и паровой фаз.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	Знать: (перечень из п.2)				
1	– подходы к методам математического моделирования различных объектов химической технологии	+	+	+	
2	– основные алгоритмы и методы численного решения математических и химико-технологических задач в стационарном состоянии и в детерминированной постановке	+	+	+	
3	– основные приёмы работы в визуальной среде Borland Delphi операционной системы Microsoft Windows	+	+	+	
	Уметь: (перечень из п.2)				
4	– формулировать расчётные задачи вычислительного эксперимента в области химической технологии	+	+	+	
5	– использовать численные методы для решения таких задач	+	+	+	
	Владеть: (перечень из п.2)				
6	– методами численного эксперимента и решения задач в области химической технологии	+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>					
11	ПК-3. Способен моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности	– ПК-3.1. Знает методы идентификации математических описаний энерго- и ресурсосберегающих процессов на основе экспериментальных данных и методы их оптимизации с применением эмпирических и/или физико-химических моделей	+	+	+
12		– ПК-3.2. Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения задач расчета, моделирования и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов и систем	+	+	+

		– ПК-3.3 Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов, и моделирования, идентификации и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов	+	+	+
13	ПК-4. Способен осуществлять научные исследования в области энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии с использованием информационных компьютерных технологий	– ПК-4.3. Владеет приемами анализа, обработки, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки и оформления научно-технических отчетов	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Вычислительный эксперимент в задачах химической технологии», а также способствует наработке практических навыков применения методов вычислительной математики для моделирования основных процессов химической технологии.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 70 баллов (максимально по 14 баллов за каждую работу, по 8 баллов за выполнение каждой работы и 6 за защиту каждой работы). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела Дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1	Разработка математической модели теплообмена с фазовым и без фазового переходов и проведение численных экспериментов по расчету модели с применением разработанной программы.	4
2	2	Разработка математической модели реактора по упрощенному кинетическому описанию и проведение численных экспериментов по расчету режимов работы реактора по разработанной программе.	8
3	2	Математическое моделирование химико-технологических систем в программной среде ChemCad.	4
4	2	Численный эксперимент по расчету эксергетического баланса ХТС.	4
5	3	Разработка математической модели колонны ректификации и проведение численных экспериментов по расчету режимов работы колонны по разработанной программе.	12

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов,
- регулярную проработку пройденного на лекциях и лабораторных занятиях учебного материала;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы;
- подготовку к лабораторным занятиям;
- доработку расчётных модулей, разрабатываемых на лабораторных занятиях;

- подготовку к сдаче лабораторных работ;
- составление отчётов по лабораторным работам;
- подготовку к выполнению контрольной работы.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольной работы (максимальная оценка 30 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 70 баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрена контрольная работа. Максимальная оценка за контрольную работу составляет 30 баллов.

Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа № 1 предусматривает оценку знаний, умений и навыков по всем разделам дисциплины. Контрольная работа содержит три вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Цель вычислительного эксперимента. Основные задачи вычислительного эксперимента. (максимальная оценка – 10 баллов).
2. Определение ректификации. Материальный и тепловой баланс – общий для колонны, баланс по тарелкам (стадиям) колонны. (максимальная оценка – 10 баллов).
3. Какова основная структура программы CHEMCAD? Какие основные уравнения используются при расчетах? (максимальная оценка – 10 баллов).

8.2. Темы и примеры заданий для лабораторных работ для текущего контроля освоения дисциплины

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в компьютерном классе. Для численной реализации заданий лабораторных работ подходит язык Delphi, коммерческий пакет ChemCad (доступен в классе ХемКад университета) и EXCEL. Программой дисциплины предусмотрено 5 заданий для лабораторных работ, имеющих сквозную нумерацию. Максимальная оценка за выполнение каждого из заданий № 1–5 составляет **14 баллов**. Максимальная оценка за выполнение всех 5 заданий составляет **70 баллов**. Количество заданий и баллов за каждое задание может быть изменено в зависимости от их трудоёмкости.

Задания № 1, 2, 5 соответствуют тематике разделов 1, 2 и 3 соответственно и посвящены отработке навыков численного расчета уравнений и систем уравнений, навыков организации модуля в EXCEL при расчёте математических моделей ХТП.

Задания № 3, 4 соответствуют тематике раздела 2 и посвящены отработке навыков расчета теплообменных процессов в рамках технологических схем в программе

ChemCAD, навыков создания в ChemCAD пользовательских функций, навыков расчета критериев эффективности системы и анализа результатов расчета.

Задания № 1–5 выполняются каждым студентом в соответствии с индивидуальным вариантом.

Задание №1. Максимальная оценка за выполнение – 14 баллов.

Тема: «**Разработка математической модели теплообмена с фазовым и без фазового переходов и проведение численных экспериментов по расчету модели с применением разработанной программы.**».

Вариант 1

Дано:

В данной постановке задачи расчет дефлегматора и кипятильника ректификационной колонны, параметры которой рассчитываются в лабораторной работе №5, производят по методике проектного расчета по упрощенным математическим моделям процессов со стационарными параметрами.

В качестве нагревающего агента обычно используется технологический пар заданного давления, который конденсируется в теплообменнике, отдавая тепло потоку. В качестве охлаждающего агента обычно используется холодная вода заданной температуры.

Исходные данные:

Нагрузки на дефлегматор и кипятильник получены при выполнении лабораторной работы №1.

Таблица 1 – исходные данные для вычислительного эксперимента

Греющий агент	Водяной пар
Давление пара, бар	3
Температура насыщения пара $T_{\text{п}}$ при давлении 3 бар, К	406,7
Холодильный агент	Вода
Входная температура хладагента, °С	25
Выходная температура хладагента, °С	50

Требуется выполнить:

На основе исходных данных:

- 1) Определить расходы охлаждающего и нагревающего агентов для осуществления процесса ректификации;
- 2) Определить долю пара смеси метанол-вода на выходе из кипятильника;
- 3) Сделать выводы по работе.

Задание №2. Максимальная оценка за выполнение – 14 баллов.

Тема: «**Разработка математической модели реактора по упрощенному кинетическому описанию и проведение численных экспериментов по расчету режимов работы реактора по разработанной программе.**».

Вариант 1

Дано:

Рассматривается процесс пылеугольной газификации по методу Копперс – Тотцек, протекающий при атмосферном давлении. Процесс является в данном случае первым технологическим звеном в производстве метанола и высших спиртов. Газифицирующими агентами в процессе Копперс – Тотцек являются кислород и водяной пар. В качестве сырья использовался подсушенный на стадии подготовки до пятипроцентной остаточной влажности бурый уголь Бородинского месторождения.

Исходные данные:

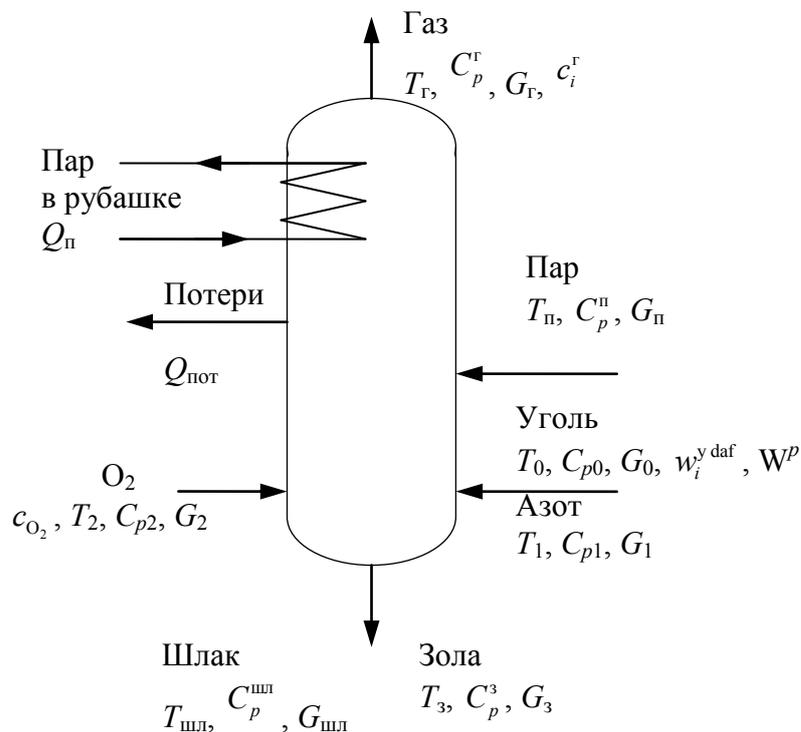
Таблица 2 – Исходные данные для расчета процесса

Уголь		Поток кислорода O ₂	
T ₀ , К	293	T ₂ , К	423
G ₀ , кг/ч	1000	G ₂ , кг/ч	655
W ^p , %	5	c _{O₂} , мол. %	98
Элементный состав угля w _i ^y , мас. % daf		c _{N₂} , мол. %	2
С	75	Азот (пневмотранспорт)	
О	20	T ₁ , К	293
Н	4	G ₁ , кг/ч	100
Н	1	Пар	
Шлак G _{шл} , кг/ч	76	T _п , К	473
Зола G _з , кг/ч	19	G _п , кг/ч	100

Требуется выполнить:

На основе исходных данных:

- 1) Определить расход и состав синтез-газа и температуру в зоне газификации;
- 2) Сделать выводы по работе.



Задание №3. Максимальная оценка за выполнение – 14 баллов.

Тема: «Математическое моделирование химико-технологических систем в программной среде ChemCad».

Вариант 1

Дано: система, состоящая из циклов Брайтона и Ренкина.

Исходные данные:

Таблица 3 – Исходные данные для расчета системы

	Топливо	Воздух	Вода	Рабочее тело	Вода на орошение	Вода на охлаждение
Температура, К	298	298	298	-	278	278
Давление, atm	1	1	2	30	1	5
Доля пара (Vapor fraction)	-	-	-	0	-	-
Массовый расход (Mass rate), кг/ч (kg/hr)	230	13800	1	1	10000	1
Состав, мольные доли (mole frac) или массовые доли (weight frac)	Масс.	Мольн.	Масс.	Масс.	Масс.	Масс.
Метан (Methane)	0.656	0	0	0	0	0
Этан (Ethane)	0.0756	0	0	0	0	0
Пропан (Propane)	0.134	0	0	0	0	0
Изобутан (I-Butane)	0.0723	0	0	0	0	0
Н-бутан (N-Butane)	0.0434	0	0	0	0	0
Азот (Nitrogen)	0.014	0.776 3	0	0	0	0
Диоксид углерода (Carbon Dioxide)	0.003	0.000 4	0	0	0	0
Кислород (Oxygen)	0	0.208 2	0	0	0	0
Вода (Water)	0	0.015 1	1	0	1	1
Неопентан (Neopentane)	0	0	0	1	0	0

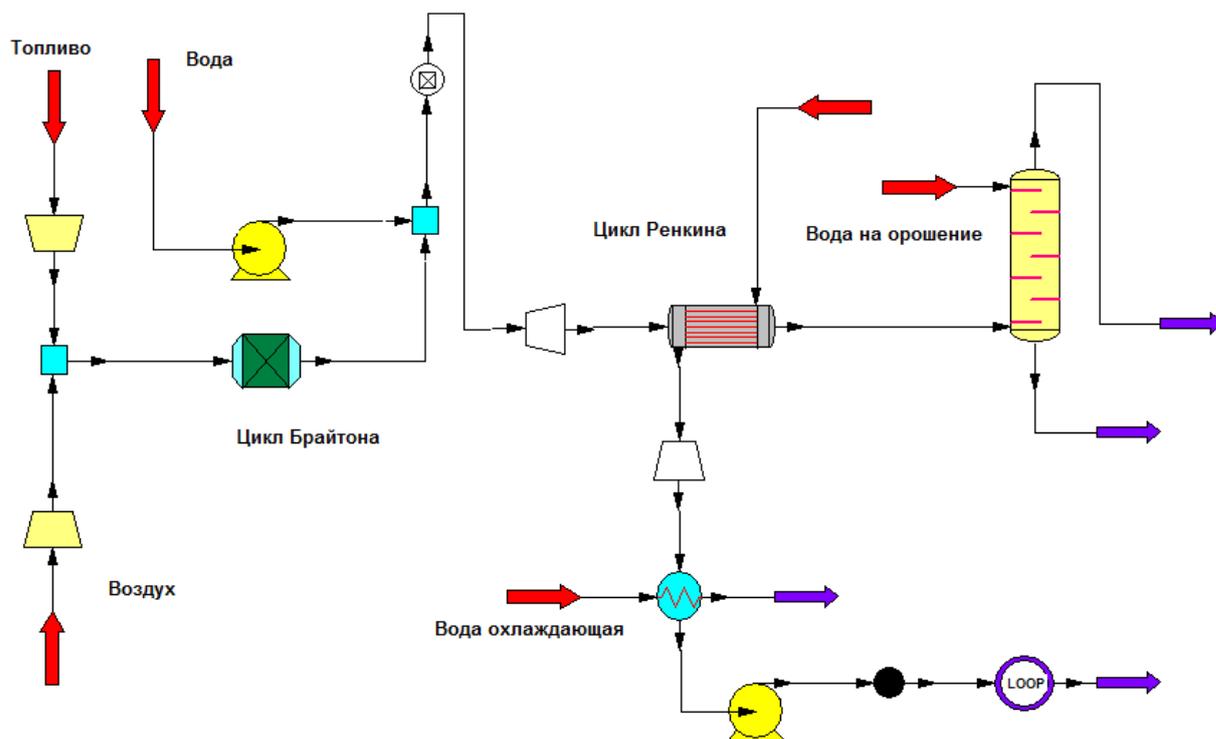


Таблица 4 – Параметры оборудования для расчета

Компрессор топлива	Давление на выходе (Pressure out), атм	30
	Эффективность (Efficiency)	0.82
	Режим (Model type)	Адиабатическое сжатие (Adiabatic compression)
Компрессор воздуха	Давление на выходе (Pressure out), атм	17.6
	Эффективность (Efficiency)	0.8
	Режим (Model type)	Адиабатическое сжатие (Adiabatic compression)
Смеситель потоков топлива и воздуха	Параметры оставить по умолчанию	
Реактор Гиббса (камера сгорания)	Режим (Thermal mode)	Адиабатический (Adiabatic)
	Фаза, в которой происходят реакции (reaction phase)	Паровая или смешанная фаза (Vapor or mixed phase)
	Инертный компонент (Inert Components)	Неопентан (Neopentane)
Насос воды	Давление на выходе (Output pressure), атм	17.6
	Эффективность (Efficiency)	1
Смеситель дымовых газов и воды (подмес воды)	Параметры оставить по умолчанию	

Контроллер	Режим расчета Controller mode	Обратный счет (Feed-backward)
	<p>Менять переменную (Adjust Variable): для потока (Stream) ID 50, полный массовый поток (Total mass rate) в рабочих единицах массы (Units of min/max values: Mole/Mass) от 1 до 5000 кг/ч, пока для потока (Stream) ID 25 Температура (1 – Temperature) не будет равна 1277 К в единицах температуры (Units – Temperature)</p>	
Турбина	Давление на выходе (Pressure out), атм	1
	Эффективность (Efficiency)	0.75
Испаритель- Пароперегреватель цикла Ренкина	Опция расчета (Utility option)	Рассчитать расхода потока рабочего тела (Calculate flow of stream...)
	Температура потока 1	350 К
	Температура потока 2	450 К
Паровая турбина цикла Ренкина	Давление на выходе (Pressure out), атм	1
	Эффективность (Efficiency)	0.75
Конденсатор цикла Ренкина	Опция расчета (Utility option)	Рассчитать расхода потока охлаждающей воды (Calculate flow of stream...)
	Доля пара потока 1	1e-007
	Температура потока 2 (охлаждающая вода)	323 К
Насос цикла Ренкина	Давление на выходе (Output pressure), атм	30
	Эффективность (Efficiency)	1
Модуль для перенесения свойств потоков в цикле Ренкина	Режим (Select mode): От потока к потоку (Reference from stream to stream), Опция расчета (Select option) – перенести все свойства (Transfer all stream properties)	Задать исходный поток (Source Stream) – поток после насоса цикла Ренкина, конечный поток (Destination Stream) – поток рабочего тела.
Цикл вычислений (в цикле Ренкина)	Задать последовательное выполнение цикла аппаратов, входящих в цикл Ренкина, до достижения точности 1e-6 по всем параметрам	
Орошающая колонна	Число стадий	10

	(No. of stages)	
	Тарелка питания для верхнего потока (орошающей воды) (Feed tray for stream 1)	1
	Тарелка питания для нижнего потока (Feed tray for stream 2)	10

Требуется выполнить:

На основе исходных данных:

- 1) Произвести расчет параметров системы в программе CHEMCADc
- 2) Провести анализ схемы;
- 3) Сделать выводы по работе.

Задание №4. Максимальная оценка за выполнение – 14 баллов.

Тема: «Численный эксперимент по расчету эксергетического баланса ХТС».

Вариант 1

Дано:

Для анализа используется схема, заданная в предшествующей работе. Для расчета используется модуль «Exergy unit» совместно с пакетом CHEMCAD, который предназначен для расчета полной термической эксергии веществ.

Исходные данные:

Расчетные данные, полученные в ходе выполнения лабораторной работы №3.

Требуется выполнить:

На основе данных лабораторной работы №3:

- 1) Используя модуль «Exergy unit» используется совместно с пакетом CHEMCAD рассчитать эксергию входных и выходных потоков системы, суммарный эксергетический КПД системы;
- 2) Выполнить эксергетический анализ каждого аппарата в системе;
- 3) Представить результаты эксергетического анализа в виде графика Грассмана;
- 4) Сделать выводы по работе.

Задание №5. Максимальная оценка за выполнение – 14 баллов.

Тема: «Разработка математической модели колонны ректификации и проведение численных экспериментов по расчету режимов работы колонны по разработанной программе».

Вариант 1.

Дано:

В качестве объекта вычислительного эксперимента выберем тарельчатую колонну ректификации непрерывного действия.

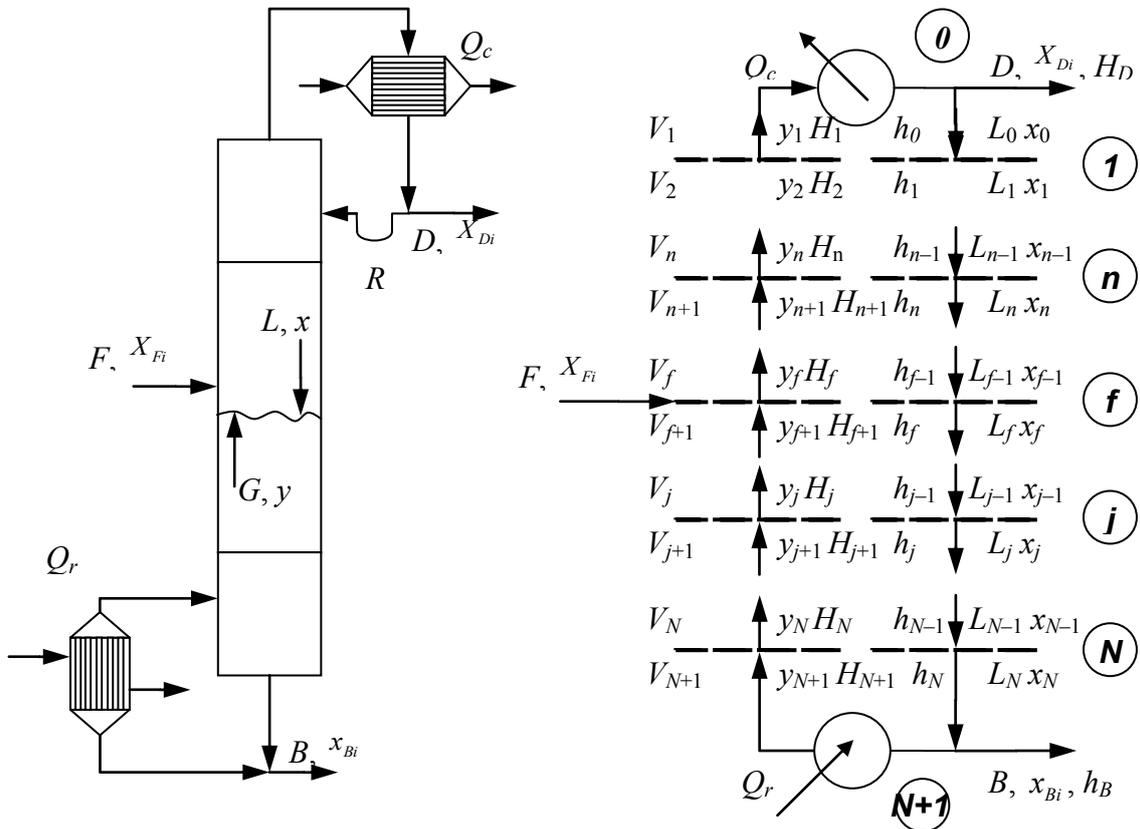
В данной постановке математическая модель колонны предполагает расчет по методике «от тарелки к тарелке».

Принятые допущения:

- эффективность тарелок равна 1 (теоретические тарелки);
- поток питания подается в виде жидкости при температуре кипения;

- дефлегматор – полный (весь пар конденсируется);
- потери теплоты в окружающую среду не рассматриваются.

Выбор тарелки питания f обычно производится так, чтобы общее число ступеней было минимальным. Когда состав жидкости, стекающей с данной ступени, близок к составу исходной смеси, то данную ступень можно принять за оптимальную тарелку питания f .



Исходные данные:

Таблица 5 – исходные данные для вычислительного эксперимента

Смесь	метанол-вода
Расход исходной смеси F , кмоль/с	0,01
Содержание метанола в исходной смеси x_{F1} , мольные доли	0,4
Содержание метанола в дистилляте x_{D1} , мольные доли	0,99
Содержание метанола в кубовом остатке x_{B1} , мольные доли	0,01
Флегмовое число R	0,9

Требуется выполнить:

На основе исходных данных:

- 1) На основании методики расчета «от тарелки к тарелке» рассчитать материальный и тепловой балансы процесса ректификации, определив расход дистиллята D , кубового остатка B и тепловую нагрузки на конденсатор Q_c и кипятильник Q_r ;
- 2) Определить число теоретических ступеней контакта N и положения тарелки питания f ;
- 3) Сделать выводы по работе.

8.3. Отчёты по лабораторным работам для текущего контроля освоения дисциплины

Задания № 1,2,5 для лабораторных работ соответствуют изучению основ построения вычислительного эксперимента. Они выполняются каждым студентом в соответствии с индивидуальным вариантом. Таким образом, каждый студент получает индивидуальный опыт при выполнении этих заданий. Поэтому написание отчётов по заданиям № 1,2,5 не является обязательным; рабочей программой дисциплины не предусмотрено выделение баллов за отчёты к этим заданиям.

По результатам выполнения лабораторных работ № 3,4 составляются отчёты, написание которого предусмотрено в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу.

Составление отчётов по лабораторным работам предусматривает закрепление знаний, умений и навыков по теоретическому материалу соответствующих разделов. Максимальная оценка за выполнение каждого отчёта – 8 баллов,

Примерный план отчета по лабораторной работе № 3 (8 баллов)

Тема: «Математическое моделирование химико-технологических систем в программной среде ChemCad».

1. Цель работы;
2. Описание моделируемой схемы (какой процесс моделирует данный элемент или – в случае вспомогательных элементов LOOP, Controller, Stream reference – для чего используются эти элементы). Пример – «Компрессор топлива (элемент Compressor) используется для сжатия газообразного топлива (природного газа) до давления, достаточного для его подачи в камеру сгорания, которая моделируется в системе реактором Гиббса (Gibbs reactor)...». Написать необходимо своими словами.
3. Основную схему (скриншот из программы CHEMCAD) с указанием идентификационных номеров всех потоков и аппаратов на схеме.
4. Привести информацию об основных потоках в схеме (температура, давление, доля пара, расход, состав): поток воздуха, поток топлива, дымовые газы на выходе из системы, орошающая вода на вводе в колонну и на выходе (выходной поток внизу орошающей колонны), охлаждающая вода на входе и на выходе. Все перечисленные потоки пересекают контрольную поверхность системы.
5. Указать используемое в работе уравнение состояния для расчета газов и газовых смесей (название уравнения и его вид).
6. Для каждого аппарата на схеме (исключая вспомогательные LOOP, Controller, Stream reference) указать:
 - a. Основные используемые уравнения для расчета аппаратов (взять из курса лекций). При этом для каждой переменной необходимо привести обозначение с указанием ИД данного потока на набранной Вами схеме, к примеру: «Т_{вх} – температура входного потока, ID 1, задается для расчета аппарата; Т_{вых} – температура выходного потока, ID 2, вычисляется при расчете аппарата».
 - b. Количество степеней свободы (количество параметров, которое необходимо задавать). Количество должно соответствовать разности число параметров аппарата и числа уравнений (соответствие не требуется проверять для модуля реактора Гиббса, для которого решается оптимизационная задача, только указать, какие параметры программа вычисляет).
 - c. Основные рассчитанные программой параметры аппаратов. Взять из отчетов, генерируемых программой.

Примерный план отчета по лабораторной работе № 4 (8 баллов)

Тема: «Эксергетический анализ технологических систем».

1. Цель работы;
2. Перечислить составляющие эксергии, которые не являются транзитными для расчета аппаратов в ХТС.
3. Итоговая таблица для расчета КПД аппаратов и КПД системы.

8.4. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (5 семестр – зачет).

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

8.5. Структура и примеры билетов для зачета (5 семестр).

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Налетов В.А., Глебов М.Б. Вычислительный эксперимент в задачах химической технологии и нанотехнологии. Учеб. пособие, – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2018.–124 с., ISBN 978-5-7237-1593-6.
2. Кознов А.В., Ветохин В. Н., Бояринов А. И., Применение методов вычислительной математики в задачах химической технологии. Лабораторный практикум: учеб. пособие, – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2008. – 48 с., ISBN 978-5-7237-0688-0.
3. Нагаева, И. А. Программирование: Delphi : учебное пособие для вузов / И. А. Нагаева, И. А. Кузнецов ; под редакцией И. А. Нагаевой. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 302 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-07098-9. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/454907>

Б. Дополнительная литература

1. Процессы и аппараты химической технологии [Текст] : учебник для студ. хим.-технол. спец. вузов / Ю. И. Дытнерский. - М. : Химия. - (Для высшей школы). Ч.2: Массообменные процессы и аппараты. - 1995. - 368 с.
2. Демиденко, Н. Д. Моделирование и оптимизация тепломассообменных процессов в химической технологии [Текст] / Н. Д. Демиденко ; Красноярский вычислительный центр СО АН СССР. - М. : Наука, 1991. - 240 с. : ил. - Библиогр.: с. 228-236.
3. Кознов А.В. Математическое моделирование и расчет химико-технологических процессов и систем с использованием DESIGN-II [Электронный ресурс]: Учебное пособие / А. В. Кознов, 2013. - 91 с.
4. Расчет и анализ термодинамических процессов расширения (сжатия) неидеального газа [Текст]: примеры и задачи: Учебное пособие / сост. Н. З. Хабибова. - М. : РХТУ. Издат. центр, 2005. - 48 с : ил. - Библиогр.: с. 40. - 11.44 р.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

- Инструкции по технике безопасности в компьютерном классе.

Научно-технические журналы по тематике вычислительного эксперимента:

- Журнал «Вестник Московского университета. Серия 15: Вычислительная математика и кибернетика». ISSN: 0137-0782.
- Журнал «Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика». ISSN: 2305-9052.
- Журнал «Сибирский журнал вычислительной математики». ISSN: 1560-7526.
- Журнал «Успехи в химии и химической технологии». ISSN: 1506-2017.
- Журнал «Applied Numerical Mathematics». ISSN: 0168-9274.
- Журнал «East-West Journal of Numerical Mathematics». ISSN: 0928-0200.
- Журнал «Journal of Numerical Mathematics». ISSN: 1570-2820.
- Журнал «Numerical Linear Algebra with Applications». ISSN: 1070-5325.
- Журнал «Numerical Mathematics: Theory, Methods and Applications». ISSN: 1004-8979.
- Журнал «Numerical Algebra, Control and Optimization». ISSN: 2155-3289.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- демонстрационные модули для расчёта процессов, математические модели которых рассматриваются в программе дисциплины;
- банк вариантов лабораторных работ – 5;
- банк вариантов контрольных работ – 30;
- предоставленное лицензионное программное обеспечение в компьютерном классе (Windows 7, Microsoft Office 2010);
- учебное пособие: Налетов В.А., Налетов А.Ю. Основы проектирования технологии топлива и углеродных материалов. Части 1 и 2. Учеб. пособия. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2015. 208 с.

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. При этом первый пункт списка дополняется или заменяется на:

- групповой чат в Skype, индивидуальные чаты в Gmail социальной сети <http://vk.com/>, групповые онлайн-конференции и индивидуальные онлайн-собеседования в Zoom или Skype.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1 727 628 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Вычислительный эксперимент в задачах химической технологии*» проводятся в форме лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория для проведения лекций вместимостью не менее 16 человек, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Компьютерный класс, насчитывающий не менее 16 посадочных мест, с предустановленным лицензионным программным обеспечением (Windows, Microsoft Excel) и выходом в Интернет для выполнения лабораторных работ.

Для выполнения лабораторных работ №3 и №4 требуется компьютерный класс, насчитывающий не менее 20 посадочных мест, с предустановленным лицензионным программным обеспечением (Windows, Microsoft Excel, CHEMCAD) и выходом в Интернет для проведения лабораторных занятий.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащённые компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Учебные пособия по дисциплине.

Электронный раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Демонстрационные расчётные модули по лабораторным работам.

11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

На кафедре КХТП используются информационно-методические материалы: инструкции по технике безопасности в компьютерном классе; методические рекомендации к лабораторным занятиям; учебные пособия; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; раздаточный материал к разделам дисциплины; справочные материалы.

На кафедре КХТП используются электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки в электронном виде; демонстрационные программы; специализированное программное обеспечение; справочные материалы в электронном виде.

11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Windows 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License, Номер лицензии 62795478	10	Бессрочно
2	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License, Номер лицензии 47837477	10	Бессрочно

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Разработка математических моделей расчета кожухотрубчатых теплообменных аппаратов без изменения агрегатного состояния сред	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – постановку задачи вычислительного эксперимента, критерии энерго-ресурсосбережения, методы графического представления результатов вычисления критериев. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Сформулировать задачу по повышению эффективности системы, выбрать алгоритм решения задачи. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основными методами численного решения уравнений математических моделей процессов. 	<p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за лабораторный практикум</p>
Раздел 2. Математическое моделирование теплообмена с изменением агрегатного состояния фаз	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методы моделирования теплообменных процессов и химико-технологических систем на основе применения программного продукта ChemCad и представления результатов в Excel. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – программировать задачи по оценке эффективности систем на основе эксергетического КПД. <p><i>Владеет:</i></p>	<p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за лабораторный практикум</p>

	– навыками анализа полученных результатов.	
Раздел 3. Основы математического моделирования процессов тепло- и массопередачи в ректификационных колоннах	<p><i>Знает:</i></p> <p>– методы математического моделирования реакторов для заданного кинетического описания, колонн ректификации и теплообменных аппаратов.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>– строить автоматизированные расчётные модули математических моделей процессов с применением Delphi, производить расчет и анализ полученных результатов.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>– навыками выбора и использования методов решения поставленных задач моделирования и расчёта технологических схем.</p>	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за лабораторный практикум

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Вычислительный эксперимент в задачах химической технологии»
основной образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата
по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в
химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»
Профиль «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика»**

Форма обучения: Очная

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

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



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

Ф.А. Колоколов

2023 г.

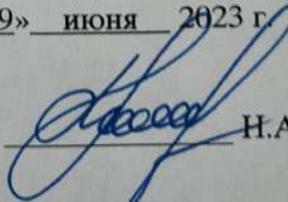
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Гетерогенный катализ и каталитические процессы»

Направление подготовки – 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки – «Основные процессы химических производств и хи-
мическая кибернетика»

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«19» июня 2023 г.

Председатель  Н.А. Макаров

Москва 2023

Программа составлена: профессором кафедры кибернетики ХТП, д.т.н. Писаренко Е.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов «____» _____ 2023 г., протокол № ____.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», профиль «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика», рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой кибернетики химико-технологических процессов РХТУ им. Д.И.Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Гетерогенный катализ и каталитические процессы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, вычислительной математики, макрокинетики химических процессов, общей и неорганической химии, органической химии.

Цель дисциплины: научить студентов понимать физико-химическую сущность фундаментальных основ различных теорий катализа, методологии направленного подбора и приготовления катализаторов, методам определения каталитической активности, методам исследования каталитических процессов и построения их моделей.

Задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с основными теориями гетерогенного катализа,
- изучение структуры и физико-химических свойств твердого тела, зонной теории твердого тела, каталитических свойств катализаторов-металлов, катализаторов-полупроводников, катализаторов-диэлектриков,
- изучение научных основ подбора и приготовления катализаторов, методик исследования каталитических реакций, методов построения моделей каталитических процессов,
- изучение основных крупнотоннажных каталитических процессов, используемых в промышленности катализаторов и их основных характеристик.

Дисциплина «Гетерогенный катализ и каталитические процессы» в соответствии с учебным планом подготовки бакалавра в 8-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-2 – Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся	УК-2.3 - Владеет навыками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта; навыками работы с нормативно-правовой документацией

	ресурсов и ограничений	
--	------------------------	--

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: технологический				
<p>Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации</p>	<p>Химическое, химико-технологическое производство</p> <p>- Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>	<p>ПК-1. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья</p>	<p>ПК-1.1. Знает процессы химической технологии, аппараты и методы их расчета, основные понятия управления технологическими процессами, методы оптимизации химико-технологических процессов, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н,</p>

				<p>Обобщенная трудовая функция</p> <p>А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы.</p> <p>А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок.</p> <p>(уровень квалификации – 5).</p>
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
<p>Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации</p>	<p>Химическое, химико-технологическое производство</p> <p>- Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического</p>	<p>ПК-3. Способен моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности</p>	<p>ПК-3.2. Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения задач расчета, моделирования и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках</p>

	производства).			<p>направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по научно- исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно- исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/01.5. Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (уровень квалификации – 5).</p>
		<p>ПК-4. Способен осуществлять научные исследования в области энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии с использованием информационных компьютерных технологий</p>	<p>ПК-4.1. Знает методы сбора, анализа и систематизации экспериментальных данных, обобщения научно-технической информации в области профессиональной деятельности с использованием информационных компьютерных технологий</p>	

			<p>ПК-4.3. Владеет приемами анализа, обработки, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки и оформления научно-технических отчетов</p>	<p>А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).</p>
--	--	--	---	---

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные положения теорий гетерогенного катализа,
- закономерности протекания каталитических и адсорбционных процессов в системах газ-твердое, жидкость-твердое,
 - методы построения кинетических моделей каталитических реакций, моделей адсорбционных процессов на гетерогенных катализаторах,
 - методы решения уравнений кинетики каталитических реакций и моделей динамики адсорбции на энергетически однородных и неоднородных поверхностях гетерогенных катализаторов, уравнений кинетики дезактивации гетерогенных катализаторов,
 - методы построения и решения уравнений модели зерна катализатора и расчета факторов эффективности его работы,
 - научные основы подбора и приготовления катализаторов,
 - методы измерения каталитической активности,
 - физико-химические свойства катализаторов-металлов, катализаторов-полупроводников и катализаторов-диэлектриков и природу их каталитической активности,
 - основные крупнотоннажные производства и промышленные катализаторы переработки нефти и газа.

Уметь:

- определять физико-химические свойства гетерогенных катализаторов и основные характеристики их активной поверхности,
- определять каталитическую активность гетерогенных катализаторов,
- осуществлять направленный подбор катализаторов для проведения конкретных каталитических реакций,
 - определять тип математической модели поровой структуры зерна катализатора, тип динамических моделей адсорбции и изотерм адсорбции,
 - решать уравнения кинетики каталитических реакций и модели динамики адсорбции на энергетически однородных и неоднородных поверхностях гетерогенных катализаторов,
 - численно решать уравнения модели зерна катализатора,
 - оценивать константы скоростей адсорбции, константы адсорбционно-десорбционного равновесия, коэффициенты диффузии, коэффициенты массоотдачи для реагентов,
 - объяснять физико-химическую сущность каталитического действия катализаторов - металлов, катализаторов-полупроводников, катализаторов-диэлектриков.

Владеть:

- методами определения каталитической активности,
- методами направленного подбора и приготовления катализаторов,
 - основами теории каталитического действия катализаторов - металлов, катализаторов-полупроводников, катализаторов-диэлектриков,
 - методами построения кинетических моделей, моделей зерна катализатора и моделей адсорбции на энергетически однородных и неоднородных поверхностях гетерогенных катализаторов,
 - методами решения уравнений кинетических моделей, моделей зерна катализатора, моделей процессов адсорбции на гетерогенных катализаторах и определения их параметров,
 - основами стратегии анализа, исследования и моделирования основных крупнотоннажных процессов в области переработки нефти и газа.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,7	64	48
Лекции	0,4	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	0,4	16	12
Самостоятельная работа	2,3	80	60
Контактная самостоятельная работа	2,3	79,6	59,7
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		0,4	0,3
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1 семестр						
	Введение Общие сведения о катализе и катализаторах. История развития катализа. Физико-химическая сущность катализа. Активность, селективность и стабильность эксплуатации катализаторов. Нестационарный катализ и его роль в промышленности.	0,5	0,5	-	-	-
1	Раздел 1. Физическая и химическая адсорбция. Адсорбция на энергетически однородных и неоднородных поверхностях катализатора.	37	3	10	4	20
1.1.	Физическая и химическая адсорбция. Адсорбция на энергетически однородной поверхности.	9	1	5	1	2
1.2.	Адсорбция на энергетически неоднородной поверхности. Адсорбция с учетом отталкивания частиц в адсорбционном слое.	17	1	5	3	8
1.3.	Теория граничного слоя. Образование заряженного адсорбционного слоя на полупроводниках различного типа.	11	1	-	-	10
2	Раздел 2. Теории катализа,	38	4	10	4	20

	кинетика многостадийных каталитических реакций.					
2.1.	Теории катализа – промежуточных соединений, пересыщения Рогинского, абсолютных скоростей реакций Эйринга, мультиплетная теория катализа Баландина, каталитически активных ансамблей Кобозева, формирования каталитически активной поверхности под воздействием реакционной среды Борескова.	8	1	1	1	5
2.2.	Кинетика сложных каталитических реакций. Промежуточные соединения в гетерогенном катализе. Экспериментальные методы изучения хемосорбционного слоя.	12	2	4	1	5
2.3.	Численные решения уравнений кинетики каталитических реакций и моделей динамики адсорбции на энергетически однородных и неоднородных поверхностях гетерогенных катализаторов, уравнений кинетики дезактивации катализаторов.	18	1	5	2	10
3	Раздел 3. Промышленные катализаторы, их тип, способы приготовления, области применения, методы моделирования.	40	6	10	4	20
3.1.	Методы приготовления катализаторов. Активация и дезактивация катализаторов. Методы измерения каталитической активности. Методы выявления доминирующих эффектов факторов, определяющих активность катализатора и используемые при его направленном подборе. Ранжирование катализаторов по каталитической активности с использованием статистики T^2 - Хотеллинга.	20	3	5	2	10
3.2.	Основные типы катализаторов: катализаторы-металлы, катализаторы-полупроводники, катализаторы-диэлектрики.	9	1	2	1	5
3.3.	Гетерогенные промышленные катализаторы: теория и методы моделирования. Численные методы решения уравнений моделей зерна	11	2	3	1	5

	катализатора (конечно-разностные и коллокационные). Оценка векторных величин факторов эффективности работы зерна промышленных катализаторов для многомаршрутных реакций и сложных фракционных составов сырьевой смеси.					
4	Раздел 4. Гетерогенно-каталитические процессы.	28	2	2	4	20
4.1.	Катализ в переработке природного газа.	14	1	1	2	10
4.2.	Катализ в переработке нефти и газоконденсата.	14	1	1	2	10
	Заключение.	0,5	0,5	-	-	
	Всего	144	16	32	16	80

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение

Общие сведения о катализе и катализаторах. История развития катализа. Физико-химическая сущность катализа. Активность, селективность и стабильность эксплуатации катализаторов. Нестационарный катализ и его роль в промышленности. Промышленные способы производства катализаторов. Становление каталитической индустрии. Роль катализа и катализаторов при организации новых производств и интенсификации действующих.

Раздел 1. Физическая и химическая адсорбция. Адсорбция на энергетически однородных и неоднородных поверхностях катализатора.

1.1. Физическая и химическая адсорбция. Адсорбция на энергетически однородной поверхности.

Определение физической и химической адсорбции. Идеальный адсорбированный слой. Подвижность адсорбированного слоя. Двумерное уравнение состояния для адсорбированных частиц. Термодинамика адсорбции. Кинетика адсорбционных процессов в идеальном адсорбированном слое. Основные уравнения скорости адсорбционно-десорбционных процессов. Уравнение адсорбции Лэнгмюра для мономолекулярной адсорбции. Полимолекулярная адсорбция, уравнение БЭТ. Экспериментальные методы определения удельной поверхности катализаторов.

1.2. Адсорбция на энергетически неоднородной поверхности. Адсорбция с учетом отталкивания частиц в адсорбированном слое.

Реальный адсорбированный слой. Основные характеристики реального адсорбированного слоя – энергетическая неоднородность поверхности твердого тела, взаимодействие адсорбированных частиц, изменение физико-химических свойств поверхности твердого тела при адсорбции. Изотермы адсорбции для энергетически неоднородных поверхностей – Фрейндлиха, Фрумкина-Темкина, Хила-де-Бура. Экспериментальные и математические методы определения типа динамических моделей адсорбции и изотерм адсорбции и оценка их констант – констант скоростей адсорбции, констант адсорбционно-десорбционного равновесия, коэффициентов диффузии, коэффициентов массоотдачи для реагентов, констант моделей пористой структуры адсорбентов.

1.3. Теория граничного слоя. Образование заряженного адсорбционного слоя на полупроводниках различного типа.

Раздел 2. Теория катализа, кинетика многостадийных каталитических реакций.

2.1. Теории катализа – промежуточных соединений, пересыщения Рогинского, абсолютных скоростей реакций Эйринга, теория активных центров тейлора, мультиплетная теория катализа Баландина, каталитически активных ансамблей Кобозева, формирования каталитически активной поверхности под воздействием реакционной среды Борескова.

Роль теорий катализа в становлении науки о катализе. Экспериментальные методы исследования адсорбентов и катализаторов. Лабораторные адсорберы и каталитические реакторы. Методы планирования адсорбционного и кинетического эксперимента.

2.2. Кинетика сложных каталитических реакций. Промежуточные соединения в гетерогенном катализе.

Уравнения кинетики каталитических реакций в идеальных адсорбированных слоях. Закон действующих поверхностей, кинетические уравнения и стадийный механизм реакции. Кинетика каталитических реакций в реальных адсорбированных слоях. Закон действующих поверхностей для катализаторов с энергетически неоднородными поверхностями. Влияние термодинамических параметров процесса на кинетику реакций на неоднородных поверхностях гетерогенных катализаторов. Методы построения кинетических моделей, учитывающих взаимное влияние адсорбированных частиц (молекул, ионов, радикалов), изменение числа и активности активных центров при протекании на поверхности катализатора химической реакции. Компенсационный эффект в катализе. Невоспроизводимость явлений и ложные эффекты в катализе.

2.3. Численные решения уравнений кинетики каталитических реакций и моделей динамики адсорбции на энергетически однородных и неоднородных поверхностях гетерогенных катализаторов, уравнений кинетики дезактивации катализаторов.

Раздел 3. Промышленные катализаторы, их тип, способы приготовления, области применения, методы моделирования.

3.1. Методы приготовления катализаторов. Активация и дезактивация катализаторов. Методы измерения каталитической активности. Методы выявления доминирующих эффектов факторов, определяющих активность катализатора и используемые при его направленном подборе. Ранжирование катализаторов по каталитической активности с использованием статистики T^2 -Хотеллинга.

Основные требования к промышленным катализаторам. Пористая структура, механическая прочность, форма и размеры гранул, удельная каталитическая активность, селективность по реагентам. Приготовление катализаторов методами сухого и мокрого смешения, методом соосаждения, пропитки, ионного обмена. Приготовление полиметаллических катализаторов методами – порошковой металлургии, сплавлением в индукционных печах. Измерение каталитической активности и селективности катализаторов в лабораторных проточных и проточно-циркуляционных установках. Конструкции проточных и проточно-циркуляционных реакторов. Импульсные методы изучения в нестационарных режимах процессов адсорбции реагентов на различных адсорбентах или каталитических реакций на гетерогенных катализаторах.

3.2. Основные типы катализаторов: катализаторы-металлы, катализаторы-полупроводники, катализаторы-диэлектрики.

Активные центры катализаторов и дефекты решетки кристаллов. Точечные, одномерные и двумерные дефекты.

Катализаторы-металлы. Монолитные или нанесенные на носитель. Основные физико-химические характеристики металлов. Теория электронного строения металлов. Электронные эффекты в катализе. Влияние взаимодействия кластеров металлов между собой и с носителем на характеристики каталитических реакций. Примеры реакций каталитического гидрирования, окисления, изомеризации насыщенных и ненасыщенных углеводородов на металлах.

Катализаторы-полупроводники. Электронная теория катализа на полупроводниках. Влияние дефектов кристаллической решетки полупроводников на их каталитические свойства. Формирование активных центров каталитической реакции на поверхности

полупроводников. Донорные и акцепторные уровни. Адсорбция на полупроводниках различного типа. Примеры реакций каталитического гидрирования и дегидрирования углеводов на полупроводниковых катализаторах.

Катализаторы-диэлектрики. Каталитическая активность и строение катализаторов-диэлектриков. Диэлектрики – носители металл-оксидных кластеров, формирующих каталитические поверхности с бифункциональными и полифункциональными каталитическими свойствами. Основные характеристики катализаторов-диэлектриков с основной и кислотными свойствами поверхности. Поровая структура катализаторов-диэлектриков – регулярная и нерегулярная, аморфная и кристаллическая. Цеолиты, классификация цеолитов и свойства цеолитов. Диэлектрики- катализаторы реакций крекинга, риформинга, алкилирования, изомеризации.

3.3. Гетерогенные промышленные катализаторы: теория и методы моделирования.

Численные методы решения уравнений моделей зерна катализатора (конечно-разностные и коллокационные). Оценка векторных величин факторов эффективности работы зерна промышленных катализаторов для многомаршрутных реакций и сложных фракционных составов сырьевой смеси.

Раздел 4. Гетерогенно-каталитические процессы.

Основные тенденции развития каталитической индустрии в газовой, химической и нефтехимической промышленности.

4.1. Катализ в переработке природного газа.

Методы подготовки природного газа. Стадии сероочистки и предрифформинга природного газа. Получение синтез-газа паровой, углекислотной, пароуглекислотной, парокислородной, паровоздушной и парокислородуглекислотной конверсией природного газа. Эффективные катализаторы окислительной конверсии метана в синтез-газ. Получение метанола, диметилового эфира, формальдегида. Примеры использования новых бифункциональных катализаторов. Синтез Фишера-Тропша.

4.2. Катализ в переработке нефти и газоконденсата.

Каталитический крекинг, молекулярно-ситовое действие цеолитов. Каталитический риформинг углеводов. Изомеризация алканов, алкилирование углеводов, гидрокрекинг углеводов.

Заключение.

Обзорная лекция по основам промышленного катализа и его применению в химии и химической технологии.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Требования к освоению дисциплины и компетенции	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1.	Основные положения теорий гетерогенного катализа		+		
2.	Закономерности протекания каталитических и адсорбционных процессов в системах газ-твердое, жидкость-твердое	+	+		
3.	Методы построения кинетических моделей каталитических реакций, моделей адсорбционных процессов на гетерогенных катализаторах	+	+		
4.	Методы решения уравнений кинетики каталитических реакций и моделей динамики адсорбции на энергетически однородных и	+	+		

№	Требования к освоению дисциплины и компетенции	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	неоднородных поверхностях гетерогенных катализаторов, уравнений кинетики дезактивации катализаторов				
5.	Методы построения и решения уравнений модели зерна катализатора и расчета факторов эффективности его работы			+	
6.	Научные основы подбора и приготовления катализаторов			+	
7.	Методы измерения каталитической активности			+	
8.	Физико-химические свойства катализаторов-металлов, катализаторов-полупроводников и катализаторов-диэлектриков и природу их каталитической активности			+	
9.	Основные крупнотоннажные производства и промышленные катализаторы переработки нефти и газа				+
	Уметь:				
11.	Определять физико-химические свойства гетерогенных катализаторов и основные характеристики их активной поверхности			+	
12.	Определять каталитическую активность гетерогенных катализаторов			+	
13.	Осуществлять направленный подбор катализаторов для проведения конкретных каталитических реакций			+	+
14.	Определять тип математической модели поровой структуры зерна катализатора, тип динамических моделей адсорбции и изотерм адсорбции	+		+	
15.	Решать уравнения кинетики каталитических реакций и модели динамики адсорбции на энергетически однородных и неоднородных поверхностях	+	+		
16.	Численно решать уравнения модели зерна катализатора			+	
17.	Оценивать константы скоростей адсорбции, константы адсорбционно-десорбционного равновесия, коэффициенты диффузии, коэффициенты массоотдачи для реагентов	+			
18.	Объяснять физико-химическую сущность каталитического действия катализаторов-металлов, катализаторов-полупроводников, катализаторов-диэлектриков			+	
	Владеть:				
19.	Методами определения каталитической активности			+	
20.	Методами направленного подбора и приготовления катализаторов			+	+
21.	Основами теории каталитического действия катализаторов - металлов, катализаторов-полупроводников, катализаторов-диэлектриков			+	
22.	Методами построения кинетических моделей, моделей зерна катализатора и моделей адсорбции на энергетически однородных и неоднородных поверхностях гетерогенных катализаторов	+	+	+	
23.	Методами решения уравнений кинетических моделей, моделей зерна катализатора, моделей процессов адсорбции на	+	+	+	

№	Требования к освоению дисциплины и компетенции		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	гетерогенных катализаторах и определения их параметров					
24.	Основами стратегии анализа, исследования и моделирования основных крупнотоннажных процессов в области переработки нефти и газа					+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие универсальные компетенции и индикаторы их достижения:						
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК				
25.	УК-2 – Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.3 - Владеет навыками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта; навыками работы с нормативно-правовой документацией	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:						
26.	ПК-1. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ПК-1.1. Знает процессы химической технологии, аппараты и методы их расчета, основные понятия управления технологическими процессами, методы оптимизации химико-технологических процессов, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса	+	+	+	+
27.	ПК-3. Способен моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности	ПК-3.2. Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения задач расчета, моделирования и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов	+	+	+	+
28.	ПК-4. Способен осуществлять научные исследования в области энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии с использованием	ПК-4.1. Знает методы сбора, анализа и систематизации экспериментальных данных, обобщения научно-технической информации в области профессиональной деятельности с	+	+	+	+

№	Требования к освоению дисциплины и компетенции		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	информационных компьютерных технологий	использованием информационных компьютерных технологий				
		ПК-4.3. Владеет приемами анализа, обработки, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки и оформления научно-технических отчетов	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.1	Практическое занятие 1 Оценка констант уравнения изотермы адсорбции, учитывающей взаимодействие адсорбированных реагентов на поверхности адсорбента по результатам эксперимента, проведенного в проточно-циркуляционном реакторе. Определить тип трехступенчатого, прямоугольной формы индикаторного сигнала для заданной T длительности подачи индикатора с целью получения констант с заданной точностью (для заданного объема эксперимента).	2
2	1.2	Практическое занятие 2 Адсорбированный на поверхности газ подчиняется уравнению состояния двумерного реального газа. Оценка констант уравнения изотермы адсорбции газового реагента, учитывающей электростатическую природу сил взаимодействия частиц адсорбата на поверхности адсорбента, по результатам адсорбционного эксперимента, проведенного в проточно-циркуляционном реакторе. Определение типа трехступенчатого прямоугольной формы индикаторного сигнала для заданной T длительности подачи индикатора с целью получения констант с заданной точностью (для заданного объема эксперимента)	4
3		Практическое занятие 3 Оценка констант уравнения изотермы адсорбции газового	4

	1.2-1.3	реагента на поверхности адсорбента с логарифмическим распределением активных центров по теплотам адсорбции по результатам эксперимента проведенного в проточно-циркуляционном реакторе. Определение типа трехступенчатого прямоугольной формы индикаторного сигнала для заданной T длительности подачи индикатора с целью получения констант с заданной точностью (для заданного объема эксперимента)	
4	1.1, 2.1	Практическое занятие 4 Оценка констант уравнения изотермы адсорбции Лэнгмюра и коэффициента диффузии индикатора в сферическом зерне катализатора для квазигомогенной модели зерна по результатам эксперимента проведенного в проточно-циркуляционном реакторе. Определение типа трехступенчатого прямоугольной формы индикаторного сигнала для заданной T длительности подачи индикатора с целью получения констант с наибольшей точностью (для заданного объема эксперимента)	2
5	2.1, 2.2	Практическое занятие 5 Определение активности катализатора никель-Ренея в реакции гидрирования этилена. Построение кинетической модели и оценка констант модели реакции гидрирования этилена на катализаторе никель-Ренея по экспериментальным данным, полученным в проточном реакторе. Задан стадийный механизм реакции гидрирования этилена.	4
6	2.1, 2.4	Практическое занятие 6 <i>Определение силы кислотных центров индикаторным методом на сульфокатионитных катализаторах.</i> Определение числа активных центров на сульфокатионитных катализаторах титрованием.	2
7	2.1, 2.3, 2.4	Практическое занятие 7 <i>Определение силы кислотных центров индикаторным методом на цеолитах типа Y (или медноцинковых катализаторах).</i> Определением числа активных центров титрованием на катализаторах цеолитах типа Y или медноцинковых катализаторах.	2
8	1.3, 2.1, 3.1, 4.1.-4.2.	Практическое занятие 8 <i>Определение активности катализатора – фосфорной кислоты на кизельгуре</i> в реакции алкилирования бензола пропиленом. Построение кинетической модели реакции алкилирования бензола пропиленом на катализаторе - фосфорная кислота на кизельгуре и оценка констант кинетической модели по экспериментальным данным, полученным в проточном реакторе идеального вытеснения. Задан стадийный механизм реакции алкилирования бензола пропиленом.	6
9	1.3, 2.1, 2.2, 3.2, 4.1.-4.2.	Практическое занятие 9 <i>Определение активности катализатора- модифицированного никель - Ренея</i> в реакции гидрирования н-масляного альдегида в н-бутиловый спирт. Построение кинетической модели реакции гидрирования н-масляного альдегида в н-бутиловый спирт на катализаторе – модифицированный никель- Ренея и	6

		оценка констант кинетической модели по экспериментальным данным, полученным в проточном реакторе идеального вытеснения. Задан стадийный механизм гидрирования н-масляного альдегида в н-бутиловый спирт.	
		ИТОГО:	32

6.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Гетерогенный катализ и каталитические процессы», а также способствует приобретению теоретических и практических навыков определения активности каталитических систем в проточных и проточно-циркуляционных реакторах с использованием приближенных и точных интегральных и дифференциальных методов, исследованию кинетики адсорбции газов на поверхностях гетерогенных катализаторов с целью оценки констант моделей, численного решения уравнений моделей динамики адсорбции веществ на поверхностях различных адсорбентов, моделей зерна катализатора и определения вектора факторов эффективности работы зерна для многомаршрутных каталитических реакций и реагентов для заданной кинетической модели сложной многомаршрутной химической реакции и численных значений констант модели.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 15 баллов (максимально по 5_ баллов за первую лабораторную работу и по 10 баллов за вторую лабораторную работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры тем лабораторных работ и разделы, которые они охватывают:

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1.1-1.3, 2.2.-2.3	Моделирование адсорбционных процессов в проточно-циркуляционных реакторах.	8
2	3.1.-3.3, 4.1-4.2	Гетерогенные катализаторы: теория и методы моделирования. Моделирование сложного многомаршрутного процесса в зерне катализатора.	8
		ИТОГО	16

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала и подготовку к выполнению практических работ по разделам дисциплины;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня,
- использование тестов промежуточного контроля знаний для проверки знаний по отдельным разделам дисциплины,
- подготовку к сдаче зачета с оценкой и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимую для изучения дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников,

представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

(РАЗДЕЛ ВЫПОЛНЕН В АВТОРСКОЙ РЕДАКЦИИ)

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 45 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 15 баллов) и устного опроса на зачете с оценкой (40 баллов).

8.1. Темы и примеры контрольных работ для текущего контроля освоения дисциплины

РАЗДЕЛ 1.

Контрольная работа №1 Решение типовых задач по разделу «Физическая и химическая адсорбция газов на энергетически однородных и неоднородных поверхностях катализатора» дисциплины «Гетерогенный катализ и каталитические процессы».

Контрольная работа № 1 предусматривает оценку знаний, умений и навыков по разделу № 1. Максимальная оценка – **15 баллов**.

Контрольная работа № 1 состоит из **3 заданий**. Задание № 1 оценивается **5 баллами**, задание № 2– **5 баллами**, задание № 3– **5 баллами**

РАЗДЕЛ 2.

Контрольная работа №2

Решение типовых задач по разделу «Теории катализа, кинетика многостадийных каталитических» реакций дисциплины «Гетерогенный катализ и каталитические процессы».

Контрольная работа № 2 предусматривает оценку знаний, умений и навыков по разделу № 2. Максимальная оценка – **15 баллов**.

Контрольная работа № 2 состоит из **2 заданий**. Задание № 1 оценивается **10 баллами**, задание № 2– **5 баллами**.

РАЗДЕЛ 3

Контрольная работа №3

Решение типовых задач по разделу «Промышленные катализаторы, способы их приготовления, активации и регенерации, методы измерения каталитической активности и селективности гетерогенных катализаторов» дисциплины «Гетерогенный катализ и каталитические процессы».

Контрольная работа № 3 предусматривает оценку знаний, умений и навыков по разделу № 3. Максимальная оценка – **15 баллов**.

Контрольная работа № 3 состоит из **2 заданий**. Задание № 1 оценивается **8 баллами**, задание № 2– **7 баллами**.

Примеры контрольных работ

Контрольная работа № 1. Решение типовых задач по разделу «Физическая и химическая адсорбция газов на энергетически однородных и неоднородных поверхностях катализатора» дисциплины «Гетерогенный катализ и каталитические процессы».

Вариант 1

Задание 1.1 (5 баллов)

На поверхности адсорбента происходит недиссоциативная адсорбция газов А и В. Заданы парциальные давления компонентов реакционной смеси и численные значения констант скоростей адсорбции и десорбции веществ с поверхности адсорбента: $P_A = 1.5 \text{ атм}$, $P_B = 1.8 \text{ атм}$, $k_{a1} = 0.6 \text{ с}^{-1} \text{ атм}^{-1}$, $k_{a2} = 1.5 \text{ с}^{-1} \text{ атм}^{-1}$, $k_{d1} = 0.2 \text{ с}^{-1}$, $k_{d2} = 0.7 \text{ с}^{-1}$.

Построить кинетическую модель многокомпонентной адсорбции газов и представить ее в матричной форме. Решить систему дифференциальных уравнений модели аналитически и построить графики зависимости степени заполнения поверхности веществами А и В от времени. Рассчитать долю поверхности, занятой веществами А и В в стационарном состоянии.

Задание 1.2. (5 баллов)

При адсорбции газов на энергетически неоднородной поверхности изотерма адсорбции по

Зельдовичу представима в виде: $\bar{\Theta} = \int_{b_{\max}}^{b_{\min}} \frac{p}{b+p} \rho(b) db$. Пусть аппроксимация ядра

интегрального уравнения представима в виде:

$$\begin{cases} \Theta = \frac{p}{b} & \text{при } 0 \leq p \leq b \\ \Theta = 1 & \text{при } p > b. \end{cases}$$

Найти плотность распределения центров адсорбции по теплотам адсорбции.

Задание 1.3. (5 баллов)

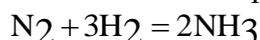
Рассмотреть экспериментальные и математические методы определения типа динамических моделей адсорбции и изотерм адсорбции и оценки констант моделей.

Контрольная работа №2 Решение типовых задач по разделу «Теории катализа, кинетика многостадийных каталитических реакций» дисциплины «Гетерогенный катализ и каталитические процессы».

Вариант 1.

Задание 2.1. (10 баллов)

Задана реакция синтеза аммиака на основе азота и водорода:



Равновесная концентрация аммиака равна 10.61 % об. при давлении 9.8 МПа и температуре 500 °С, а при давлении 9.8 МПа и температуре 400 °С равна 25.1 % об. Определить константу равновесия и тепловой эффект этой реакции. Рассчитать равновесный состав продуктов реакции при $T=450$ °С и давлении 9.8 МПа при условии, что состав исходной смеси (% об.): N_2 - 40, H_2 - 60.

Задание 2.2. (5 баллов)

Рассмотреть мультиплетную теория А.А. Баландина. Принцип геометрического и энергетического соответствия. Достоинства и недостатки теории мультиплетов.

Контрольная работа №3 Решение типовых задач по разделу «Промышленные катализаторы, способы их приготовления, активации и регенерации, методы измерения каталитической активности и селективности гетерогенных катализаторов» дисциплины «Гетерогенный катализ и каталитические процессы».

Вариант 1.

Задание 3.1. (8 баллов)

Классификация каталитических систем. Рассмотреть катализаторы-металлы. Монолитные и нанесенные на носитель. Показать взаимосвязь строения твердого тела и его каталитической активности на практических примерах реакций каталитической изомеризации насыщенных и ненасыщенных углеводородов.

Задание 3.2. (7 баллов)

Рассмотреть приготовление катализаторов методом соосаждения. Основные технологические операции. Активация катализаторов. Дезактивация катализаторов в процессе эксплуатации и механизмы их регенерации.

8.2. Примеры вариантов лабораторных работ для закрепления знаний по дисциплине

1. Лабораторная работа 1 Моделирование адсорбционных процессов в проточно-циркуляционных реакторах (Максимальная оценка –5 баллов.)

Подготовка к лабораторной работе 1 включает:

- Изучение материалов курса лекций разделов дисциплины 1.1-1.3, 2.2-2.3, 3.1.

Оформление отчета по лабораторной работе 1 проводится в соответствии со следующей структурой:

1. Титульный лист.

2. Содержание.

3. Цель работы, задание.

4. Теоретическая часть. Привести конструкции проточно-циркуляционных реакторов для проведения кинетических и адсорбционных экспериментов – Карберри, Берти, Харшоу с неподвижной и падающей корзиной, Кэлдвелла. Указать преимущества и недостатки различных методов определения каталитической активности - статических и динамических (точных/ приближенных интегральных или точных/ приближенных дифференциальных). Рассмотреть численные методы решения уравнений кинетики каталитических реакций и моделей динамики адсорбции на энергетически однородных и неоднородных поверхностях. Проанализировать методы оценки неизвестных параметров моделей по экспериментальным данным (констант скоростей адсорбции, констант адсорбционно-десорбционного равновесия, коэффициентов диффузии реагентов, коэффициентов массоотдачи для реагентов).

5. Практическая часть.

Вариант №1

Для моделирования процесса адсорбции пропилена в проточно-циркуляционном реакторе используется модель:

$$(V_p - V_k) \frac{\partial c}{\partial t} = qc_{вх} - qc + S_k [K_m (c - c_{п|R})] \quad (1)$$

$$\beta \frac{\partial c_{п}}{\partial t} = D_{эф} \left(\frac{\partial^2 c_{п}}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial c_{п}}{\partial r} \right) - N \quad (2)$$

$$N = k_a \left(c_{п} - \frac{n}{K_a} \right) = S_k \frac{\partial n}{\partial t} \quad (3)$$

Начальные условия:

$$t = 0 \quad 0 \leq r \leq R \quad c(0) = 0 \quad c_{п}(0) = 0 \quad n(0) = 0 \quad q(0) = q_0 \quad (4)$$

$$0 \leq t \leq t_0 \quad c = c_0(t)$$

Граничные условия:

$$r = 0 \quad \frac{\partial c_{\Pi}}{\partial r} = 0 \quad (5)$$

$$r = R \quad D_{\text{эф}} \frac{\partial c_{\Pi}}{\partial r} \Big|_{r=R} = K_m (c - c_{\Pi}|_R)$$

где V_k – объем катализатора, V_p – объем реактора, c , c_{Π} , $c_{\text{вх}}$ – соответственно концентрации индикатора в объеме реактора, в объеме пор катализатора, на входе в реактор, n – концентрация индикатора на поверхности катализатора, t – время пребывания в реакторе, r , R – радиальная координата и радиус гранулы катализатора, k_a и K_a – константа скорости адсорбции и константа адсорбционного равновесия, $D_{\text{эф}}$ – эффективный коэффициент диффузии, β , ρ_k – порозность и плотность гранулы, S_k – площадь внешней поверхности гранул в единице объема каталитического слоя, q – объемная скорость потока инертного газа, t_0 – длительность подачи импульса.

Исходные данные: $V_p = 60$ мл ; $V_k = 20$ мл ; $q_0 = 7.5$ см³/с (расход индикатора, пропилена); $k_a = 1.5$ с⁻¹; $K_a = 0.85$ см; $\beta = 0.2$ (порозность гранулы); $\rho_k = 3.8$ г/см³ (плотность гранулы); $S_{\text{уд}} = 30$ м²/г (удельная площадь поверхности); $d_{\text{пор}} = 40$ Å (средний радиус пор); $R = 3$ мм; $Sh = 0.2$ (критерий Шервуда); $D_{\text{эф}} = 0.4$ см²/с (эффективный коэффициент диффузии)

Вариант №2

Задана упрощенная модель процесса адсорбции индикатора в проточно-циркуляционном реакторе:

$$(V_p - V_k) \frac{dc_{\text{вых}}}{dt} = \mathcal{G}_{\text{вх}} c_{\text{вх}} - \mathcal{G}_{\text{вх}} c_{\text{вых}} - V_k k_a (c_{\text{вых}} - \frac{n}{K_a}) \quad (6)$$

$$V_k \frac{dn}{dt} = V_k k_a (c_{\text{вых}} - \frac{n}{K_a}) \quad (7)$$

Начальные условия:

$$\begin{aligned} t = 0 & \quad c_{\text{вых}}(0) = 0 & \quad n(0) = 0 & \quad \mathcal{G}_{\text{вх}}(0) = \mathcal{G}_{\text{вх}} \\ t > 0 & \quad c_{\text{вх}} = A \sin(t - \alpha) & \quad \alpha = 0 \end{aligned} \quad (8)$$

где V_k – объем катализатора, V_p – объем реактора, $c_{\text{вх}}$, n , $c_{\text{вых}}$ – соответственно концентрации индикатора на входе в реактор, в катализаторе, на выходе из реактора, t – время пребывания в реакторе, k_a , K_a – соответственно констант скорости адсорбции и константа адсорбционного равновесия, $\mathcal{G}_{\text{вх}}$ – объемная скорость потока на входе (считаем, что расход остается постоянным).

Исходные данные: $V_p = 20$ мл; $V_k = 5$ мл ; $\mathcal{G}_{\text{вх}0} = 500$ ч⁻¹; $K_a = 0,1$; $k_a = 10$ с⁻¹
 $c_{\text{вх}} = 2,5 \cdot 10^{-3} \sin(t)$ моль/л

Задание:

- 1) Решить уравнение модели численными методами и построить графики зависимости концентрации индикатора на выходе из реактора от времени и концентрации индикатора в порах катализатора от времени .
- 2) Проанализировать полученные зависимости $c_{\text{вых}}(t)$ и $n(t)$.
6. Листинг программы.
7. Выводы по работе.
8. Библиографический список.

К защите представить отчет в печатной форме и в электронном виде в формате PDF.

2. Лабораторная работа 2. (Максимальная оценка –10 баллов.)

Гетерогенные катализаторы: теория и методы моделирования.

Изучение материалов курса лекций разделов дисциплины 3.1.-3.3, 4.1-4.2

Оформление отчета по лабораторной работе 3 проводится в соответствии со следующей структурой:

1. Титульный лист.
2. Содержание.
3. Цель работы, задание.
4. Теоретическая часть. Рассмотреть неявные конечно-разностные схемы и метод ортогональных коллокаций решения уравнений нестационарной квазигомогенной модели зерна катализатора на примере простой мономолекулярной реакции 1 порядка. Структурировать информацию по эффективным каталитическим системам проведения реакции паровой конверсии метанола. Рассмотреть способы приготовления медно-цинковых катализаторов паровой конверсии метанола на основании результатов проведенного патентного поиска. Сопоставить и обобщить результаты анализа научно-информационных источников, теоретических и экспериментальных исследований в области получения водорода паровой конверсией метанола.

5. Практическая часть.

Задание:

1. Построить нестационарную квазигомогенную (вариант №2 бидисперсную, вариант № 3 капиллярную) модель зерна катализатора для заданной кинетики химической реакции.
2. Рассчитать эффективные коэффициенты диффузии реагентов.
3. Записать алгоритм решения уравнений модели зерна катализатора неявными конечно-разностными методами (вариант №1) и методом ортогональных коллокаций (вариант №2).
4. Реализовать алгоритм расчета нестационарной квазигомогенной модели зерна катализатора на ЭВМ.
5. Построить профили изменения концентраций и температуры по радиусу гранулы катализатора.

Вариант 1.

В каталитическом реакторе протекает химическая реакция паровой конверсии метанола:



Кинетическая модель [Tesser et al.] реакции паровой конверсии метанола представима в виде:

$$r = \frac{k_1 \cdot K_{\text{CH}_3\text{OH}} \cdot p_{\text{CH}_3\text{OH}}}{1 + K_{\text{CH}_3\text{OH}} \cdot p_{\text{CH}_3\text{OH}} + K_{\text{H}_2\text{O}} \cdot p_{\text{H}_2\text{O}} + K_{\text{H}_2} \cdot p_{\text{H}_2}} \quad (2)$$

r – скорость реакции, моль·кг⁻¹·с⁻¹;

k_1 – константа скорости реакции, моль/кг·с;

K_i – константа адсорбционного равновесия вещества i , бар⁻¹;

p_i – парциальное давление i -го компонента, бар.

$$K_i = \exp\left(\frac{\Delta S_i}{R} - \frac{\Delta H_i}{RT}\right) \quad (3)$$

Численные значения кинетических параметров модели:

$$k_0 = (1,3 \pm 0,3) \cdot 10^9$$

$$E_a = 100,0 \pm 0,6$$

$$\Delta S_{\text{CH}_3\text{OH}} = -22,9 \pm 0,9$$

$$\Delta H_{\text{CH}_3\text{OH}} = -33 \pm 1$$

$$\Delta S_{\text{H}_2\text{O}} = -30 \pm 2$$

$$\Delta H_{\text{H}_2\text{O}} = -18,1 \pm 0,9$$

$$\Delta S_{\text{H}_2} = -79 \pm 7$$

$$\Delta H_{\text{H}_2} = -57 \pm 5$$

6. Листинг программы.

7. Выводы по работе.

8. Библиографический список.

К защите представить отчёт в печатной форме и в электронном виде в формате PDF.

8.4. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачет с оценкой, 8 семестр)

Максимальное количество баллов за зачёт с оценкой – **40 баллов**. Билет содержит два теоретических вопроса, относящихся к разным разделам дисциплины. Максимальная оценка за каждый теоретический вопрос – **20 баллов**.

Примеры вопросов для итогового контроля освоения дисциплины:

1. Задачи исследования гетерогенно-каталитических процессов. Роль катализа и катализаторов при организации новых производств и интенсификации действующих. (20 баллов)
2. Становление каталитической индустрии. История развития катализа. (20 баллов)
3. Физико-химическая сущность катализа. Активность, селективность и стабильность эксплуатации гетерогенных катализаторов. Определения длительности межрегенерационного пробега гетерогенных катализаторов и числа циклов их регенерации. (20 баллов)
4. Нестационарный катализ и его роль в промышленности. (20 баллов)
5. Компенсационный эффект в катализе. (20 баллов)
6. Невоспроизводимость явлений и ложные эффекты в катализе. (20 баллов)
7. Отравление, промотирование и модифицирование катализаторов. Каталитические яды, промотеры, модифицирующие добавки. (20 баллов)
8. Дезактивация катализаторов в процессе эксплуатации и регенерация дезактивированных катализаторов. (20 баллов)
9. Кислотно-основный катализ. Катализаторы кислотно-основного взаимодействия. Примеры. (20 баллов)
10. Окислительно-восстановительный катализ. Катализаторы окислительно-восстановительного взаимодействия. Примеры. (20 баллов)
11. Полифункциональные катализаторы в реакциях кислотно-основного и окислительно-восстановительного взаимодействия. Примеры. (20 баллов)
12. Пористая структура катализаторов. Требования к пористости и удельной поверхности катализаторов. Моно- и полидисперсные структуры. (20 баллов)
13. Силы адсорбции. Физическая и химическая адсорбция. (20 баллов)
14. Термодинамика адсорбции (тепловой эффект, свободная энергия Гельмгольца, константа адсорбционного равновесия, химический потенциал, энтропия) (20 баллов)
15. Изотермы адсорбции на энергетически однородных поверхностях. (20 баллов)
16. Изотермы адсорбции на энергетически неоднородных поверхностях. Плотность распределения центров адсорбции по теплотам адсорбции для ядра интегрального уравнения, представленного аппроксимацией Рогинского. (20 баллов)

17. Изотерма адсорбции на энергетически неоднородных поверхностях. Плотность распределения центров адсорбции по теплотам адсорбции для ядра интегрального уравнения, представленного аппроксимацией Зельдовича. (20 баллов)
18. Взаимодействие частиц в хемосорбционных слоях. Изотерма адсорбции с учетом отталкивания частиц в адсорбционном слое. (20 баллов)
19. Теория граничного слоя. Образование заряженного адсорбированного слоя на полупроводниках различного типа. (20 баллов)
20. Кинетические модели многокомпонентной адсорбции на однородных поверхностях. Матричное представление. (20 баллов)
21. Определение удельной поверхности катализаторов и сорбентов. (20 баллов)
22. Модель двумерного газа. Двумерное давление и поверхностное натяжение. Уравнение адсорбции Гиббса. (20 баллов)
23. Экспериментальные методы изучения свойств катализаторов и сорбентов. (20 баллов)
24. Экспериментальные статические методы определения каталитической активности катализаторов. Их преимущества и недостатки. (20 баллов)
25. Экспериментальные динамические *приближенные интегральные* методы определения каталитической активности катализаторов. Их преимущества и недостатки (20 баллов)
26. Экспериментальные динамические *точные интегральные* методы определения каталитической активности катализаторов. Их преимущества и недостатки (20 баллов)
27. Экспериментальные динамические *приближенные дифференциальные* методы определения каталитической активности катализаторов. Их преимущества и недостатки (20 баллов)
28. Экспериментальные динамические *точные дифференциальные* методы определения каталитической активности катализаторов. Их преимущества и недостатки (20 баллов)
29. Импульсные методы изучения в нестационарных режимах процессов адсорбции реагентов на различных адсорбентах или каталитических реакций на гетерогенных катализаторах. (20 баллов)
30. Конструкции проточных и проточно-циркуляционных реакторов для проведения кинетических исследований на гетерогенных катализаторах. (20 баллов)
31. Конструкция проточно-циркуляционного реактора Карберри для проведения кинетических исследований. (20 баллов)
32. Конструкция проточно-циркуляционного реактора Берти для проведения кинетических исследований. (20 баллов)
33. Конструкция проточно-циркуляционного реактора Харшоу с неподвижной корзиной для проведения кинетических исследований. (20 баллов)
34. Конструкция проточно-циркуляционного реактора Харшоу с падающей корзиной для проведения кинетических исследований. (20 баллов)
35. Конструкция проточно-циркуляционного реактора Кэлдвелла с неподвижной корзиной для проведения кинетических исследований. (20 баллов)
36. Конструкции проточных реакторов для проведения кинетических исследований. Реактор Темкина. (20 баллов)
37. Методики экспериментального определения безградиентности проточно-циркуляционного реактора. (20 баллов)
38. Химическая кинетика сложных каталитических реакций. Условия квазистационарного протекания реакции. Медленные и квазиравновесные стадии. (20 баллов)
39. Кинетические уравнения для процессов, протекающих на энергетически однородных поверхностях катализаторов. (20 баллов)
40. Кинетические уравнения для процессов, протекающих на энергетически неоднородных поверхностях катализаторов. (20 баллов)
41. Методы построения кинетических моделей каталитических реакций, моделей адсорбционных процессов на гетерогенных катализаторах. (20 баллов)

42. Методы решения уравнений моделей динамики адсорбции на энергетически однородных поверхностях гетерогенных катализаторов. (20 баллов)
43. Методы решения уравнений моделей динамики адсорбции на энергетически неоднородных поверхностях гетерогенных катализаторов. (20 баллов)
44. Методы решения уравнений кинетики каталитических реакций на энергетически однородных поверхностях гетерогенных катализаторов. (20 баллов)
45. Методы решения уравнений кинетики каталитических реакций на энергетически неоднородных поверхностях гетерогенных катализаторов. (20 баллов)
46. Методы оценки констант скоростей адсорбции, констант адсорбционно-десорбционного равновесия, коэффициентов массоотдачи для реагентов и коэффициентов диффузии реагентов. (20 баллов)
47. Каталитические реакции в нестационарном режиме. Температурно-программированная реакция. Температурно-программированная десорбция. (20 баллов)
48. Массопередача в порах катализаторов. Коэффициент эффективной диффузии. (20 баллов)
49. Активные центры катализаторов и дефекты решетки кристаллов, точечные или 0-мерные дефекты в кристаллах. Дефекты по Шоттки, дефекты по Френкелю. F- и V-центры. (20 баллов)
50. Активные центры катализаторов и дефекты решетки кристаллов, одномерные дефекты в кристаллах. Краевая и винтовая дислокации. (20 баллов)
51. Активные центры катализаторов и дефекты решетки кристаллов, двумерные дефекты в кристаллах. (20 баллов)
52. Катализаторы-металлы. Монолитные или нанесенные на носитель. *Примеры реакций каталитического гидрирования на металлах.*
53. Катализаторы-металлы. Монолитные или нанесенные на носитель *Примеры реакций каталитической изомеризации насыщенных и ненасыщенных углеводородов на металлах.* (20 баллов)
54. Катализаторы-металлы. Электронные эффекты при катализе на малых частицах. Влияние взаимодействия кластеров металлов между собой и с носителем на характеристики каталитических реакций. (20 баллов)
55. Катализаторы–полупроводники. Влияние дефектов кристаллической решетки полупроводников на их каталитические свойства. Формирование активных центров каталитической реакции на поверхности полупроводников. (20 баллов)
56. Катализаторы–полупроводники. Электронная теория катализа на полупроводниках. Связь каталитических свойств полупроводника с уровнем Ферми. Недостатки электронной теории катализа. (20 баллов)
57. Катализаторы–полупроводники. Примеры реакций каталитического гидрирования и дегидрирования углеводородов на полупроводниковых катализаторах. (20 баллов)
58. Катализаторы-полупроводники. Донорные и акцепторные уровни. Адсорбция на полупроводниках различного типа. (20 баллов)
59. Каталитическая активность и строение катализаторов-диэлектриков. Примеры использования катализаторов-диэлектриков в реакциях алкилирования, крекинга, изомеризации. (20 баллов)
60. Катализаторы-диэлектрики. Диэлектрики – носители металл-оксидных кластеров, формирующих каталитические поверхности с бифункциональными и полифункциональными каталитическими свойствами. (20 баллов)
61. Катализаторы-диэлектрики. Основные характеристики диэлектриков с основными и кислотными свойствами поверхности. Поровая структура диэлектриков – регулярная и нерегулярная, аморфная и кристаллическая. (20 баллов)
62. Каталитический крекинг, молекулярно-ситовое действие цеолитов. (20 баллов)

63. Методика выявления доминирующих эффектов факторов при направленном подборе состава катализатора. Ранжирование катализаторов по каталитической активности с использованием статистики T^2 -Хотеллинга. (20 баллов)
64. Приготовление катализаторов методами сухого и мокрого смешения. (20 баллов)
65. Приготовление катализаторов методом соосаждения. (20 баллов)
66. Приготовление катализаторов методом пропитки готового носителя. (20 баллов)
67. Приготовление катализаторов методом ионного обмена. (20 баллов)
68. Приготовление полиметаллических катализаторов методами порошковой металлургии, сплавлением в индукционных печах. (20 баллов)
69. Основные требования к промышленному катализатору (пористая структура катализаторов, форма и размер гранул, механическая прочность) (20 баллов)
70. Методы определения кислотных и основных центров поверхности катализаторов. (20 баллов)
71. Метод ионообменной адсорбции для определения общей кислотности поверхности катализатора. (20 баллов)
72. Метод адсорбции оснований из газовой фазы для определения общей кислотности поверхности катализатора. (20 баллов)
73. Ранние теории катализа – теория промежуточных соединений, пересыщения Рогинского, абсолютных скоростей реакций Эйринга (20 баллов)
74. Теория активных центров Тейлора. (20 баллов)
75. Мультиплетная теория Баландина. Принцип *геометрического* соответствия (20 баллов)
76. Мультиплетная теория Баландина. Принцип *энергетического* соответствия (20 баллов)
77. Теория ансамблей Кобозева. Закон распределения активного вещества на носителе. Определение состава активного ансамбля и областей миграции различными методами. (20 баллов)
78. Теория Борескова о формировании активной поверхности катализатора под влиянием реакционной среды. (20 баллов)
79. Методы построения и решения уравнений модели зерна катализатора и расчета векторных величин факторов эффективности работы зерна промышленных катализаторов для многомаршрутных реакций и сложных фракционных составов сырьевой смеси. (20 баллов)
80. Моделирование процессов в зерне катализатора с использованием неявных конечно-разностных схем. (20 баллов)
81. Моделирование процессов в зерне катализатора с использованием метода ортогональных коллокаций. (20 баллов)
82. Промышленные гетерогенно-каталитические процессы риформинга бензиновых углеводородов нефти и используемые катализаторы. (20 баллов)
83. Промышленные гетерогенно-каталитические процессы крекинга углеводородов нефти и используемые катализаторы. (20 баллов)
84. Промышленные гетерогенно-каталитические процессы гидроизомеризации углеводородов пентан-гексановой фракции газового конденсата. Эффективные каталитические системы. (20 баллов)
85. Промышленные гетерогенно-каталитические процессы очистки этан-этиленовой фракции газов пиролиза от ацетиленовых углеводородов. Эффективные каталитические системы. (20 баллов)
86. Промышленные гетерогенно-каталитические процессы окислительного и неокислительного дегидрирования пропана. Эффективные каталитические системы. (20 баллов)
87. Промышленные гетерогенно-каталитические процессы двухступенчатой сероочистки природного газа, используемые катализаторы и адсорбенты. (20 баллов)
88. Промышленные гетерогенно-каталитические процессы паровой конверсии метана в производстве водорода. Эффективные каталитические системы. (20 баллов)

89. Промышленные гетерогенно-каталитические процессы паровоздушной конверсии метана в производстве аммиака. Эффективные каталитические системы. (20 баллов)
90. Промышленные гетерогенно-каталитические процессы среднетемпературной паровой конверсии оксида углерода (HTS) в производстве аммиака. Эффективные каталитические системы. (20 баллов)
91. Промышленные гетерогенно-каталитические процессы низкотемпературной паровой конверсии оксида углерода (LTS) в производстве аммиака. Эффективные каталитические системы. (20 баллов)
92. Промышленные гетерогенно-каталитические процессы парокислородной конверсии метана. Эффективные каталитические системы. (20 баллов)
93. Промышленные гетерогенно-каталитические процессы парокислородуглекислотной конверсии метана. Эффективные каталитические системы. (20 баллов)
94. Промышленные гетерогенно-каталитические процессы пароуглекислотной конверсии метана. Эффективные каталитические системы. (20 баллов)
95. Промышленные гетерогенно-каталитические процессы получения метанола. Эффективные каталитические системы в производстве метанола. (20 баллов)
96. Промышленные гетерогенно-каталитические процессы получения формальдегида окислением метанола и используемые катализаторы. (20 баллов)
97. Промышленные гетерогенно-каталитические процессы получения олефинов из метанола (МТО). Эффективные каталитические системы. (20 баллов)
98. Промышленные гетерогенно-каталитические процессы получения аммиака. Эффективные каталитические системы. (20 баллов)
99. Промышленные гетерогенно-каталитические процессы получения диметилового эфира из метанола. Эффективные каталитические системы. (20 баллов)
100. Новые гетерогенно-каталитические процессы получения диметилового эфира из синтез-газа в реакторах с суспендированным слоем катализатора. Эффективные каталитические системы. (20 баллов)

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по дисциплине «Гетерогенный катализ и каталитические процессы» включает контрольные задания по разделам учебной программы дисциплины. Билет включает 2 теоретических задания (по 20 баллов).

Максимальная оценка – 40 баллов.

Пример билета для зачёта с оценкой:

<p>«Утверждаю» зав. кафедрой Глебов М.Б.</p> <hr/> <p>(Подпись) (И. О. Фамилия)</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра кибернетики химико-технологических процессов</p>
	<p>18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии</p> <p>Профиль «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика»</p>
<p>ГЕТЕРОГЕННЫЙ КАТАЛИЗ И КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ</p>	
<p>Билет № 10</p>	
<p>1. Приготовление катализаторов методом пропитки готового носителя. (20 баллов)</p>	

2. Теория Борескова о формировании активной поверхности катализатора под влиянием реакционной среды. (20 баллов)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература.

1. В.Н. Писаренко, Е.В. Писаренко. Процессы адсорбции веществ на гетерогенных катализаторах: теория и методы моделирования. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 72 с.

Б) Дополнительная литература.

2. Е.В. Писаренко. Современные промышленные процессы переработки природного газа и расчет реакторов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2022. – 260 с.
3. Е.В. Писаренко. Промышленные каталитические процессы. Структуры и свойства твердых катализаторов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. – 136 с.
4. О.В. Крылов Гетерогенный катализ. Учебное пособие для вузов. М.: «Академкнига», 2004. – 679 с.
5. Катализ в промышленности. Том 1. Ред. Б. Лич, М.: Мир, 1986. – 324 с.
6. Катализ в промышленности. Том 2. Ред. Б. Лич, М.: Мир, 1986. – 291 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- «Химическая промышленность сегодня», ISSN – 0023-110X;
- «Химическая технология», ISSN – 1684-5811;
- «Теоретические основы химической технологии», ISSN – 0040-3571;
- «Computers and Chemical Engineering» ISSN – 0098-1354;
- «Программные продукты и системы», ISSN (печатной версии) – 0236-235X, ISSN (онлайновой версии) – 2311-2735;

6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Средства обеспечения освоения дисциплины.

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

- конспекты лекций в формате *.pdf – 9;
- компьютерные презентации интерактивных лекций – 9, (общее число слайдов – 300);
- банк вариантов контрольной работы № 1 – 50;
- банк вариантов контрольной работы № 2 – 50;
- банк вариантов контрольной работы № 3 – 50;
- банк вариантов лабораторной работы №1 – 25;
- банк вариантов лабораторной работы №2 – 25;
- банк билетов для зачета с оценкой – 50;
- демонстрационные расчётные модули по комплексным заданиям;

– предустановленное лицензионное программное обеспечение в компьютерном классе (Windows 7, Microsoft Office 2010).

Имеются дополнительные средства для изучения дисциплины: электронные учебные пособия, библиотека программ для решения уравнений моделей, задания к практическим занятиям (50 задач), задания к самостоятельным работам (50 задач).

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. При этом данный список дополняется следующим разделом:

- тематическая группа в социальной сети Вконтакте, доступ к групповым чатам (Discord, WhatsApp, Viber), к вебинарам (Discord, Zoom, webinar.ru), групповой электронной почте, онлайн-конференции в Skype.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1 719 785 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

В соответствии с учебным планом занятия проводятся в форме лекций, практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Учебная аудитория для проведения лекций и практических занятий вместимостью не менее 30 человек, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Компьютерный класс, насчитывающий не менее 10 посадочных мест, с предустановленным лицензионным программным обеспечением (Windows, Microsoft Excel) и выходом в Интернет для проведения практических и лабораторных занятий.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащённые компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия

Учебные пособия по дисциплине.

Электронный раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Демонстрационные расчётные модули по комплексным заданиям.

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

На кафедре КХТП для проведения занятий по дисциплине имеются персональные компьютеры с предустановленным стандартным и специализированным лицензионным программным обеспечением, приведенным в разделе 11.5. При необходимости использования аудиовизуального материала на лекциях на кафедре имеются проектор и настенный экран, а также звуковые колонки. Все компьютеры объединены в единую локальную сеть и имеют доступ к глобальной сети Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

На кафедре КХТП используются информационно-методические материалы: инструкции по технике безопасности в компьютерном классе; методические рекомендации к практическим и лабораторным занятиям; учебные пособия; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; справочные материалы.

На кафедре КХТП используются электронные образовательные ресурсы: междисциплинарная автоматизированная система обучения на основе сетевых технологий для подготовки химиков-технологов; инновационный учебно-методический комплекс по проблемам химической безопасности и биологической безопасности; специализированное программное обеспечение; базы данных специализированного назначения, используемые при проведении научных исследований и при изучении соответствующих разделов дисциплины.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 10. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	<ul style="list-style-type: none"> • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath 		перехода на обновлённую версию продукта)		

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Физическая и химическая адсорбция. Адсорбция на энергетически однородных и неоднородных поверхностях катализатора.</p>	<p>Знает: Закономерности протекания каталитических и адсорбционных процессов в системах газ-твердое, жидкость-твердое, методы построения моделей адсорбционных процессов на гетерогенных катализаторах, методы решения уравнений моделей динамики адсорбции на энергетически однородных и неоднородных поверхностях гетерогенных катализаторов.</p> <p>Умеет: Определять тип математической модели поровой структуры зерна катализатора, тип динамических моделей адсорбции и изотерм адсорбции, решать уравнения модели динамики адсорбции на энергетически однородных и неоднородных поверхностях, оценивать константы скоростей адсорбции, константы адсорбционно-десорбционного равновесия, коэффициенты диффузии, коэффициенты массоотдачи для реагентов.</p> <p>Владеет: Методами решения уравнений моделей процессов адсорбции на гетерогенных катализаторах и определения их параметров,</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 1 по разделу 1 (наивысший балл 15).</p> <p>Оценка на Зачете с оценкой.</p>
<p>Раздел 2. Теории катализа, кинетика многостадийных каталитических реакций.</p>	<p>Знает: Основные положения теорий гетерогенного катализа, закономерности протекания каталитических и адсорбционных процессов в системах газ-твердое, жидкость-твердое, методы построения кинетических моделей каталитических реакций на гетерогенных катализаторах, методы решения уравнений кинетики каталитических реакций и моделей динамики адсорбции на энергетически однородных и неоднородных поверхностях гетерогенных катализаторов, уравнений кинетики дезактивации катализаторов.</p> <p>Умеет: Решать уравнения кинетики каталитических реакций и модели динамики адсорбции на</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 2 по разделу 2. (наивысший балл 15).</p> <p>Оценка за лабораторную работу № 1 по разделам 1-</p>

		<p>энергетически однородных и неоднородных поверхностях.</p> <p>Владеет: Методами построения кинетических моделей и моделей адсорбции на энергетически однородных и неоднородных поверхностях, Методами решения уравнений кинетических моделей и моделей процессов адсорбции на гетерогенных катализаторах и определения их параметров.</p>	<p>2. (наивысший балл 5).</p> <p>Оценка на Зачете с оценкой.</p>
<p>Раздел 3. Промышленные катализаторы, их тип, способы приготовления, области применения, методы моделирования.</p>	<p>Знает: Научные основы подбора и приготовления катализаторов, методы измерения каталитической активности, физико-химические свойства катализаторов-металлов, катализаторов-полупроводников и катализаторов-диэлектриков и природу их каталитической активности, методы построения и решения уравнений модели зерна катализатора и расчета факторов эффективности его работы.</p> <p>Умеет: Определять физико-химические свойства гетерогенных катализаторов и основные характеристики их активной поверхности, определять каталитическую активность гетерогенных катализаторов, осуществлять направленный подбор катализаторов для проведения конкретных каталитических реакций, определять тип математической модели поровой структуры зерна катализатора, тип динамических моделей адсорбции и изотерм адсорбции, численно решать уравнения модели зерна катализатора, объяснять физико-химическую сущность каталитического действия катализаторов - металлов, катализаторов-полупроводников, катализаторов-диэлектриков.</p> <p>Владеет: Методами определения каталитической активности, методами направленного подбора и приготовления катализаторов, основами теории каталитического действия катализаторов - металлов, катализаторов-полупроводников, катализаторов-диэлектриков, методами построения кинетических моделей, моделей зерна катализатора и моделей адсорбции на энергетически однородных и неоднородных поверхностях, методами решения уравнений кинетических моделей, моделей зерна катализатора, моделей процессов адсорбции на гетерогенных катализаторах и определения их параметров.</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 3 по разделу 3 (наивысший балл 15).</p> <p>Оценка на Зачете с оценкой.</p>	
<p>Раздел 4. Гетерогенно-каталитические процессы.</p>	<p>Знает: Основные крупнотоннажные производства и промышленные катализаторы переработки нефти и газа.</p> <p>Умеет: Осуществлять направленный подбор катализаторов для проведения конкретных каталитических реакций.</p> <p>Владеет: Методами направленного подбора и приготовления катализаторов. Основами стратегии</p>	<p>Оценка за лабораторную работу № 2 по разделам 3-4. (наивысший балл 10).</p>	

	анализа, исследования и моделирования основных крупнотоннажных процессов в области переработки нефти и газа.	Оценка на Зачете с оценкой.
--	--	-----------------------------

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

«Гетерогенный катализ и каталитические процессы»

основной образовательной программы

по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Профиль «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры №_____от «_____»____20_г.
		протокол заседания кафедры №_____от «_____»____20_г.
		протокол заседания кафедры №_____от «_____»____20_г.

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



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

Ф.А. Колоколов

«19» июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ГРАЖДАНСКАЯ ЗАЩИТА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ»**

Направление подготовки - Все направления подготовки
(Код и наименование направления подготовки)

Профиль подготовки – Все профили подготовки
(Наименование профиля подготовки)

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«19» июня 2023 г.

Председатель Н.А. Макаров

Москва 2023

Программа составлена:

д.т.н., проф. каф. ТСБ Н.И. Акининым,

д.т.н., проф. каф. ТСБ А.Я. Васиным,

к.т.н., доц. каф. ТСБ М.Д. Чернецкой.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Техносферной безопасности

(Наименование кафедры)

«17» мая 2023 г., протокол № 12.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат *по всем направлениям подготовки* (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой *Техносферной безопасности* РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина *«Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях»* относится к вариативной части факультативных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области основ безопасности жизнедеятельности.

Цель дисциплины – подготовить студента к осмысленным практическим действиям по обеспечению своей безопасности и защиты в условиях возникновения чрезвычайной ситуации природного, техногенного и военного характера

Задачи дисциплины – основной задачей дисциплины является формирование умений и навыков, позволяющих на основе изучения опасных и поражающих факторов чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и военного характера, других опасностей умело решать вопросы своей безопасности с использованием средств системы гражданской защиты.

Дисциплина *«Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях»* преподается в 1 или 2 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Безопасность жизнедеятельности	УК-8. - Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.1 – Знает классификацию и источники чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения; причины, признаки и последствия опасностей, способы защиты от чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов; принципы организации безопасности труда на предприятии, технические средства защиты людей в условиях чрезвычайной ситуации УК-8.2 – Умеет поддерживать безопасные условия жизнедеятельности в мирное и военное время; выявлять признаки, причины и условия возникновения чрезвычайных ситуаций; оценивать вероятность возникновения потенциальной опасности и принимать меры по ее предупреждению

		УК-8.3 – Владеет навыками прогнозирования возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций; навыками по применению основных методов защиты в условиях чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
--	--	---

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

– характеристики природных бедствий, техногенных аварий и катастроф на радиационно, химически и биологически опасных объектах, поражающие факторы других опасностей;

– основы воздействия опасных факторов чрезвычайных ситуаций на человека и природную среду, допустимые предельные критерии негативного воздействия;

– меры безопасного поведения при пребывании в районах (зонах) пожаров, радиоактивного, химического и биологического загрязнения;

– способы и средства защиты человека от воздействия поражающих факторов чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и военного характера.

Уметь:

– использовать средства защиты органов дыхания и кожи, медицинские для самозащиты и оказания помощи другим людям;

– применять первичные средства пожаротушения для локализации и тушения пожара, возникшего в аудитории (лаборатории);

– оказывать себе и другим пострадавшим медицинскую помощь с использованием табельных и подручных медицинских средств.

Владеть:

– приёмами проведения частичной санитарной обработки при выходе из района (зоны) радиоактивного, химического и биологического загрязнения (заражения);

– навыками прогнозирования возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций;

– навыками по применению основных методов защиты в условиях чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Академ.ч	Астрон.ч
Общая трудоемкость дисциплины	1	36	27
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,44	16	12
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия	-	-	-
Лабораторные работы	-	-	-
Самостоятельная работа	0,56	20	15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,56	19,8	14,85
Контактная самостоятельная работа		0,2	0,15
Вид итогового контроля:	зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
	Введение. Цели и задачи ГО, НАСФ. Понятийно-терминологический аппарат в области ГОЧС.	<i>2</i>	-	<i>1</i>		<i>1</i>
1.	Раздел 1. Опасности природного характера	<i>4</i>	-	<i>2</i>		<i>2</i>
2.	Раздел 2. Опасности техногенного характера	<i>4</i>		<i>2</i>		<i>2</i>
3.	Раздел 3. Опасности военного характера	<i>4</i>		<i>2</i>		<i>2</i>
4.	Раздел 4. Пожарная безопасность.	<i>4</i>		<i>2</i>		<i>2</i>
5.	Раздел 5. Комплекс мероприятий гражданской защиты населения.	<i>6</i>		<i>2</i>		<i>4</i>
5.1	Оповещение и информирование населения об опасности.	<i>1</i>		<i>0,5</i>		<i>0,5</i>
5.2	Средства индивидуальной защиты	<i>2,5</i>		<i>0,75</i>		<i>1,75</i>
5.3	Средства коллективной защиты населения.	<i>2,5</i>		<i>0,75</i>		<i>1,75</i>
6.	Раздел 6. Оказание первой помощи	<i>8</i>		<i>3</i>		<i>5</i>
7.	Раздел 7. Ликвидация последствий чрезвычайной ситуации.	<i>4</i>		<i>2</i>		<i>2</i>
	ИТОГО	36		16		20

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение. Цели и задачи ГО, НАСФ. Понятийно-терминологический аппарат в области ГОЧС.

Раздел 1. Опасности природного характера.

Стихийные бедствия, явления природы разрушительной силы - землетрясения, наводнения, селевые потоки, оползни, снежные заносы, извержение вулканов, обвалы, засухи, ураганы, бури, пожары.

Раздел 2. Опасности техногенного характера.

Аварии и катастрофы на радиационно опасном объекте, химически опасном объекте, биологически опасном объекте; на транспорте (железнодорожном, автомобильном, речном, авиационном); на гидросооружениях; на коммунальных системах жизнеобеспечения.

Раздел 3. Опасности военного характера.

Применение оружия массового поражения (ядерного, химического, биологического), обычных средств с зажигательным наполнением, новых видов оружия. Зоны заражения от средств поражения и их воздействие на население и окружающую природную среду.

Раздел 4. Пожарная безопасность.

Классификация пожаров. Локализация и тушение пожаров. Первичные средства пожаротушения (огнетушители ОП -8, ОУ-2, ОВП-5) и правила пользования ими. Причины возникновения пожаров в жилых зданиях и на производстве.

Раздел 5. Комплекс мероприятий гражданской защиты населения.

5.1. Оповещение и информирование населения об опасности. Принятие населением сигналов оповещения («Внимание всем!», «Воздушная тревога», «Радиационная опасность», «Химическая тревога», «Отбой опасности») и порядок действия по ним. Эвакуация населения из зоны опасности. Способы эвакуации.

5.2. Средства индивидуальной защиты органов дыхания (ГП-7, ГП-7В, ГП-9, Р-2, У-2К, РПА-1, РПГ-67М, РУ-60М, «Феникс», ГДЗК, ДПГ, ДПГ-3, ПЗУ-К, ИП-4М, ИП-5, ИП-6, КИП-8), кожи (Л-1, ОЗК, КИХ-4М, КИХ-5М) человека. Медицинские средства защиты.

5.3. Средства коллективной защиты населения. Назначение, защитные свойства убежищ. Противорадиационные укрытия (ПРУ, подземные пешеходные переходы, заглубленные станции метрополитена), простейшие укрытия (траншеи, окопы, перекрытые щели). Правила занятия убежища.

Раздел 6. Оказание первой помощи.

Реанимационные мероприятия. Оказание первой помощи при ранениях, ожогах, переломах, заражениях; освобождения из под завалов. Проведение частичной санитарной обработки кожных покровов человека при выходе из зон радиоактивного, химического и биологического заражения (загрязнения), из зон пожаров. Медицинская сортировка пораженных в местах катастроф.

Раздел 7. Ликвидация последствий чрезвычайной ситуации.

Радиационная и химическая разведка очага поражения (заражения). Аварийно-спасательные работы. Экстренная эвакуация из аудитории (лаборатории) в условиях пожара, радиационного, химического, биологического загрязнения территории с использованием простейших средств защиты («Феникс», ГДЗК, противогаз ГП-7 с ДПГ-3).

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7
	Знать:							
1	– характеристики природных бедствий, техногенных аварий и катастроф на радиационно, химически и биологически опасных объектах, поражающие факторы других опасностей;	+	+	+	+			
2	– основы воздействия опасных факторов чрезвычайных ситуаций на человека и природную среду, допустимые предельные критерии негативного воздействия;	+	+	+	+			
3	- меры безопасного поведения при пребывании в районах (зонах) пожаров, радиоактивного, химического и биологического загрязнения;		+	+	+			
4	- способы и средства защиты человека от воздействия поражающих факторов чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и военного характера.	+						
	Уметь:							
5	– использовать средства защиты органов дыхания и кожи, медицинские для самозащиты и оказания помощи другим людям;						+	
6	– применять первичные средства пожаротушения для локализации и тушения пожара, возникшего в аудитории (лаборатории);				+			
7	– оказывать себе и другим пострадавшим медицинскую помощь с использованием табельных и подручных медицинских средств.						+	
	Владеть:							
8	– приёмами проведения частичной санитарной обработки при выходе из района (зоны) радиоактивного, химического и биологического загрязнения (заражения);		+	+			+	
9	– способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях.	+	+	+	+		+	

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие *универсальные компетенции и индикаторы их достижения*:

	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК (перечень из п.2)							
10	– УК-8. - Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия	УК-8.1 – Знает классификацию и источники чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения; причины, признаки и последствия опасностей, способы защиты от чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов; принципы организации безопасности труда на предприятии, технические средства защиты людей в условиях чрезвычайной ситуации	+	+	+	+			
11	жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов – ...	УК-8.2 – Умеет поддерживать безопасные условия жизнедеятельности в мирное и военное время; выявлять признаки, причины и условия возникновения чрезвычайных ситуаций; оценивать вероятность возникновения потенциальной опасности и принимать меры по ее предупреждению	+	+	+	+			
12		УК-8.3 – Владеет навыками прогнозирования возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций; навыками по применению основных методов защиты в условиях чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	+	+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала по разделам дисциплины;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ в тестовой форме (максимальная оценка 100 баллов). *Вид контроля – зачет. Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.*

Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы (тестовые задания охватывают несколько разделов). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 50 баллов за каждую.

1. Примеры тестовых вопросов к контрольной работе № 1.

В работу включены вопросы по введению и разделам 1,2,3.

1. Ситуация, сложившаяся на определённой территории, акватории вследствие аварии, катастрофы, стихийного или иного бедствия, сопровождающаяся нарушением условий жизнедеятельности людей, ущербом для окружающей среды, человеческими жертвами называется:

- 1) чрезвычайным положением;
- 2) чрезвычайной ситуацией;
- 3) особым режимом;
- 4) гуманитарной катастрофой.

2. В каком законе Российской Федерации определены права и обязанности граждан России в области защиты от чрезвычайных ситуаций:

- 1) «О безопасности»
- 2) «Об обороне»
- 3) «О защите населения и территорий от ЧС природного техногенного характера»
- 4) «О гражданской обороне».

3. В каком законе Российской Федерации определены задачи в области гражданской обороны и правовые основы их осуществления.

- 1) «О безопасности».
- 2) «О гражданской обороне».
- 3) «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера».
- 4) «О пожарной безопасности».

4. Какой орган управления РФ осуществляет координацию деятельности государственных и местных органов в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций?

- 1) Министерство финансов РФ,
- 2) Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России),
- 3) Министерство здравоохранения РФ,
- 4) Министерство внутренних дел РФ.

5. К способам защиты населения в чрезвычайных ситуациях относятся:

- 1) соблюдения правил дорожного движения;
- 2) эвакуация;
- 3) соблюдение требований охраны труда;
- 4) ограничения выбросов в атмосферу вредных веществ;
- 5) страхование.

6. К способам защиты населения в чрезвычайных ситуациях не надлежит:

- 1) государственная стандартизация по вопросам безопасности;
- 2) биологическая защита;
- 3) радиационный и химический защиту;
- 4) международное сотрудничество в сфере гражданской защиты;
- 5) эвакуационные мероприятия.

7. Какой из названных средств НЕ относится к средствам оповещения при возникновении или угрозе возникновения ЧС?

- 1) радио;
- 2) электронные средства связи;
- 3) телевидение;
- 4) сети проводного радиовещания;
- 5) газеты.

8. Какое из названных формирований принадлежит к эвакуационным органам?

- 1) противэпидемическая комиссия;
- 2) бюджетная комиссия;
- 3) пост метеорологического наблюдения;
- 4) комиссия по вопросам торговли и общественного питания;
- 5) эвакуационная комиссия.

9. Какое из названных формирований принадлежит к эвакуационным органам?

- 1) сборный эвакуационный пункт;
- 2) пункт общественного питания;
- 3) пункт сбора информации о нарушениях на транспорте;
- 4) медицинский пункт;
- 5) пункт технического обслуживания автомобилей.

10. Какое из названных формирований НЕ относится к эвакуационным органам?

- 1) эвакуационная комиссия;
- 2) государственная инспекция гражданской защиты;
- 3) пункт посадки;
- 4) сборный эвакуационный пункт;
- 5) приемный эвакуационный пункт.

2. Примеры тестовых вопросов к контрольной работе № 2.

В работу включены вопросы по разделам 4,5,6.

1. Какие действия проводят непосредственно при сердечно-легочной реанимации

- 1)- прекардиальный удар
- 2)- (3-5) вдуваний воздуха, осуществляемых с частотой 12-16 в минуту
- 3)- поочередное надавливание на грудную клетку (5 раз) и вдувание воздуха
- 4)- 30 толчков-надавливаний – два вдувания в легкие пострадавшего (соотношение 30:2).
- 5)- очищают ротовую полость от инородных предметов

2. Какие действия проводят при вентиляции легких

- 1)- прекардиальный удар
- 2)- (3-5) вдуваний воздуха, осуществляемых с частотой 12-16 в минуту
- 3)- поочередное надавливание на грудную клетку (5 раз) и вдувание воздуха
- 4)- 30 толчков-надавливаний два вдувания в легкие пострадавшего (соотношение 30:2).
- 5)- очищают ротовую полость от инородных предметов

3. Какие действия проводят при определении клинической смерти

- 1- прекардиальный удар
- 2- проверку реакции зрачка на свет
- 3- вентиляция легких для проверки дыхания
- 4- определение наличия пульса
- 5- измерение давления и частоты пульса

4. Чем характеризуются и опасны рубленые раны

- 1- вероятно развитие инфекции в ране;
- 2- нагноение и долгое заживание;
- 3- наличие травмированных, часто размозженных тканей
- 4- раны неправильной формы, загрязнены слюной животных
- 5- сильное загрязнение и наличие омертвевших тканей

6. Чем характеризуются и опасны укушенные раны

- 1- вероятно развитие инфекции в ране;
- 2- нагноение и долгое заживание;
- 3- наличие травмированных, часто размозженных тканей
- 4- раны неправильной формы, загрязнены слюной животных
- 5- сильное загрязнение и наличие омертвевших тканей

7. Чем характеризуются и опасны ушибленные раны
- 1- вероятно развитие инфекции в ране;
 - 2- нагноение и долгое заживание;
 - 3- наличие травмированных, часто размозженных тканей
 - 4- раны неправильной формы, загрязнены слюной животных
 - 5- сильное загрязнение и наличие омертвевших тканей

8. Чем характеризуется венозное кровотечение
- 1- кровь ярко алого цвета, пульсирующая струей
 - 2- темно-вишневая кровь, равномерно истекающая из раны
 - 3- мелкие капли крови на раневой поверхности
 - 4- кровотечение из ткани внутренних органов

9. Чем характеризуется артериальное кровотечение
- 1- кровь ярко алого цвета, пульсирующая струей
 - 2- темно-вишневая кровь, равномерно истекающая из раны
 - 3- мелкие капли крови на раневой поверхности
 - 4- кровотечение из ткани внутренних органов

10. Чем характеризуется капиллярное кровотечение
- 1- кровь ярко алого цвета, пульсирующая струей
 - 2- темно-вишневая кровь, равномерно истекающая из раны
 - 3- мелкие капли крови на раневой поверхности
 - 4- кровотечение из ткани внутренних органов

11. Чем характеризуется смешанное (паренхиматозное) кровотечение
- 1- кровь ярко алого цвета, пульсирующая струей
 - 2- темно-вишневая кровь, равномерно истекающая из раны
 - 3- мелкие капли крови на раневой поверхности
 - 4- кровотечение из ткани внутренних органов

12. На какое время накладывают жгут в летнее время
- 1- 15 мин
 - 2- 45–60 мин
 - 3- 1,5–2 часа
 - 4- до момента доставки в медицинское учреждение

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Акинин Н.И., Маринина Л.К., Васин А.Я. и др. «Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях». М. РХТУ. 2017 г.

Б. Дополнительная литература

1. Гражданская защита: энциклопедия / М-во Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий; под ред. С. К. Шойгу. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва: МЧС России, 2009 – Издание в 4 томах.

2. Цаликов, Р. Х. Оценка природной, техногенной и экологической безопасности России: [Текст]: монография / Р. Х. Цаликов, В. А. Акимов, К. А. Козлов. - Москва: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2009 (Москва: ООО "КУНА"). - 463 с.: цв. ил., карты, табл.;
3. Федеральный закон № 69-ФЗ от 21.12.1994 (ред. от 29.07.2017) «О пожарной безопасности».
4. Федеральный закон № 68-ФЗ от 21.12.1994 (ред. от 23.06.2016) «О защите населения от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»
5. Постановление Правительства РФ № 1094 от 13.09.1996 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
6. Федеральный закон № 3-ФЗ от 09 января 1996 (ред. от 19.07.2011) «О радиационной безопасности населения».
7. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ -99/2009» (утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ № 47 от 07.07.2009).

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.mchs.gov.ru/> – **официальный сайт МЧС России**
- <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета. Поиск книг и журналов
- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://lib.msu.su> - Научная библиотека Московского государственного университета
- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
- <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
- <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 7, (общее число слайдов – 500);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов –185);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1 727 628 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях»* проводятся в форме лекций и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебные аудитории для проведения лекционных занятий; оборудованные электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы, каталоги и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками средств индивидуальной защиты, респираторы У-2К, противогазы ГП-7, самоспасатель изолирующий, защитный капюшон «Феникс».

Наглядные комплекты изучающихся средств индивидуальной и коллективной защиты.

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

Компьютерный класс кафедры техносферной безопасности, презентационное мультимедийное оборудование.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

<http://www.mchs.gov.ru/> – официальный сайт МЧС России

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения для использования сотрудников университета:

№ п. п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно	150 лицензий для активации на рабочих станциях	Нет
2.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: Word, Excel, Power Point, Outlook, OneNote, Access, Publisher, InfoPath.	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах. 150 лицензий для активации на рабочих станциях	Нет

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Опасности природного характера.</p>	<p><i>Знает:</i> – характеристики природных бедствий, их поражающие факторы; – основы воздействия опасных факторов чрезвычайных ситуаций на человека и природную среду, допустимые предельные критерии негативного воздействия; – меры безопасного поведения при пребывании в районах (зонах) пожаров, природных ЧС; – способы и средства защиты человека от воздействия поражающих факторов чрезвычайных ситуаций природного характера.</p> <p><i>Владеет:</i> – способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях природного характера.</p>	<p>Оценка за контрольную работу №1</p>
<p>Раздел 2. Опасности техногенного характера.</p>	<p><i>Знает:</i> – характеристики техногенных аварий и катастроф на радиационно, химически и биологически опасных объектах, поражающие факторы других опасностей; – основы воздействия опасных факторов чрезвычайных ситуаций на человека и природную среду, допустимые предельные критерии негативного воздействия; – меры безопасного поведения при пребывании в районах (зонах) радиоактивного, химического и биологического загрязнения; – способы и средства защиты человека от воздействия поражающих факторов чрезвычайных ситуаций техногенного характера.</p> <p><i>Владеет:</i> – способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях техногенного характера.</p>	<p>Оценка за контрольную работу №1</p>
<p>Раздел 3. Опасности военного характера.</p>	<p><i>Знает:</i> – основы воздействия опасных факторов чрезвычайных ситуаций на человека и природную среду, допустимые предельные критерии негативного воздействия; – способы и средства защиты человека от воздействия поражающих факторов чрезвычайных ситуаций военного характера.</p> <p><i>Владеет:</i> – способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях военного характера.</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 1</p>

<p>Раздел 4. Пожарная безопасность.</p>	<p><i>Знает:</i> – способы и средства защиты человека от воздействия поражающих факторов чрезвычайных ситуаций (пожаров). <i>Умеет:</i> – – применять первичные средства пожаротушения для локализации и тушения пожара, возникшего в аудитории (лаборатории);</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 2</p>
<p>Раздел 5. Комплекс мероприятий гражданской защиты населения.</p>	<p><i>Умеет:</i> – использовать средства защиты органов дыхания и кожи, медицинские для самозащиты и оказания помощи другим людям; <i>Владеет:</i> – приёмами проведения частичной санитарной обработки при выходе из района (зоны) радиоактивного, химического и биологического загрязнения (заражения); – способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях.</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 2</p>
<p>Раздел 6. Оказание первой помощи.</p>	<p><i>Умеет:</i> – оказывать себе и другим пострадавшим медицинскую помощь с использованием табельных и подручных медицинских средств.</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 2</p>
<p>Раздел 7. Ликвидация последствий чрезвычайной ситуации.</p>	<p><i>Знает:</i> – меры безопасного поведения при пребывании в районах (зонах) пожаров, радиоактивного, химического и биологического загрязнения; <i>Умеет:</i> – использовать средства защиты органов дыхания и кожи, медицинские для самозащиты и оказания помощи другим людям; – применять первичные средства пожаротушения для локализации и тушения пожара, возникшего в аудитории (лаборатории); <i>Владеет:</i> – приёмами проведения частичной санитарной обработки при выходе из района (зоны) радиоактивного, химического и биологического загрязнения (заражения); – способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях.</p>	<p>практическая эвакуация</p>

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях»**

**основной образовательной программы
всех направлений и профилей подготовки**

Форма обучения: очная

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

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



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе


Ф.А. Колоколов

19 » июня 2023 г.

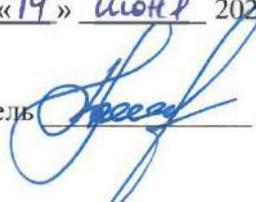
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Инженерная и компьютерная графика»

**Направление подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«19» июня 2023 г.

Председатель  Н.А. Макаров

Москва 2023

Программа составлена доцентом кафедры инженерного проектирования технологического оборудования, доцентом В.Р. Киракосяном

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инженерного проектирования технологического оборудования РХТУ им. Д.И. Менделеева «19» июня 2023 г., протокол №19.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии нефтехимии и биотехнологии** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Инженерного проектирования технологического оборудования РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 2 семестров.

Дисциплина **«Инженерная и компьютерная графика»** относится к обязательной части (Б1.О.) дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку по основным плоским и пространственным геометрическим фигурам, изучаемым в школьном курсе геометрии и выполнению чертежей простейших геометрических моделей.

Цель дисциплины – научить студентов способам отображения пространственных форм на плоскости, выполнению и чтению чертежей методами компьютерной графики и правилам и условностям, применяемым при этом (стандартам ЕСКД).

Задачи дисциплины:

– развитие пространственного представления, конструктивно-геометрического мышления, способностей к анализу и синтезу пространственных форм и соотношений между ними;

- изучение способов конструирования различных технических изделий, способов получения их чертежей на уровне графических моделей;

- изучение способов выполнения чертежей методами компьютерной графики.

Дисциплина **«Инженерная и компьютерная графика»** преподается в первом и втором семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы)	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Разработка и реализация проектов	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм,	УК-2.1 Знает виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность УК-2.2 Умеет определять круг задач в рамках поставленной цели, анализировать и выбирать

	имеющихся ресурсов и ограничений	альтернативные способы решения; оценивать ресурсы и ограничения и соблюдать правовые нормы при достижении профессиональных результатов УК-2.3 Владеет навыками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта; навыками работы с нормативно-правовой документацией
--	----------------------------------	---

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Информационно-коммуникационные технологии для профессиональной деятельности	ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.3 Владеет навыками применения цифровых технологий для решения задач профессиональной деятельности

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- способы отображения пространственных форм на плоскости;
- правила и условности при выполнении чертежей;
- виды симметрии геометрических фигур;
- виды изделий и конструкторских документов;
- основные виды графических информационных систем, базовую графическую систему, используемую в учебном процессе.

Уметь: выполнять и читать чертежи технических изделий с учетом действующих стандартов;

- выполнять и читать схемы технологических процессов;
- использовать средства компьютерной графики для изготовления 3D-моделей, ассоциативных чертежей.

Владеть:

- способами и приемами изображения предметов на плоскости;
- графической системой «Компас».

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			1		2	
	ЗЕ	Ака д. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	252	4	144	3	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,22	80	1,33	48	0,89	32

в том числе в форме практической подготовки	1,44	52	0,72	26	0,72	26
Лекции	0,44	16	0,44	16		
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
в том числе в форме практической подготовки	1,44	52	0,72	26	0,72	26
Самостоятельная работа	4,78	172	2,67	96	2,11	76
Контактная самостоятельная работа (зачет с оценкой)	4,78	0,8	2,67	0,4	2,11	0,4
Контактная самостоятельная работа (прием курсовой работы)		0,2				0,2
Курсовая работа		35,8				35,8
Подготовка к контрольным работам		36		18		18
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		99,2		77,6		21,6
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Зачет с оценкой, курсовая работа	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
	ЗЕ	Акад. ч.	1		2	
			ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	189	4	108	3	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,22	60	1,33	36	0,89	24
в том числе в форме практической подготовки	1,44	39	0,72	19,5	0,72	19,5
Лекции	0,44	12	0,44	12		
Практические занятия (ПЗ)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
в том числе в форме практической подготовки	1,44	39	0,72	19,5	0,72	19,5
Самостоятельная работа	4,78	129	2,67	72	2,11	57
Контактная самостоятельная работа (зачет с оценкой)	4,78	0,6	2,67	0,3	2,11	0,3
Контактная самостоятельная работа (прием курсовой работы)		0,15				0,15
Курсовая работа		26,85				26,85
Подготовка к контрольным работам		27		13,5		13,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		74,4		58,2		16,2
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Зачет с оценкой, курсовая работа	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академических часов				
		Всего	Лекции	Прак. Зан.	В т.ч. в форме пр.подг.	Сам. работа
1-й семестр						
	Введение.	2	1	-	-	1
1.	Раздел 1. Общие правила выполнения чертежей.	19	-	6	4	13
1.1	Правила выполнения и оформления чертежей в соответствии с ГОСТ.	9	-	2	-	7
1.2	Геометрические построения.	10	-	4	4	6
2.	Раздел 2. Проецирование геометрических фигур.	49	7	6	4	36
2.1	Метод проекций.	5	1	-	-	4
2.2	Прямые линии.	5	1	-	-	4
2.3	Плоскость.	5	1	-	-	4
2.4	Кривые линии.	5	1	-	-	4
2.5	Поверхности.	5	1	-	-	4
2.6	Симметрия геометрических фигур.	4,5	0,5	-	-	4
2.7	Определение натуральной величины отрезка прямой и плоской фигуры.	5	1	-	-	4
2.8	Пересечение геометрических образов.	14,5	0,5	6	4	8
3.	Раздел 3. Изображения предметов по ГОСТ 2.305-2009. Изделия и конструкторские документы.	74	8	20	18	46
3.1	Изображения.	22	2	6	6	14
3.2	Наклонные сечения геометрических тел.	18	2	6	6	10
3.3	Аксонметрические чертежи изделий.	19	1	8	6	10

3.4	Виды изделий и конструкторских документов.	5	1			4
3.5	Схемы.	5	1			4
3.6	Резьбы.	5	1			4
	Итого в 1-ом семестре	144	16	32	26	96
2-й семестр						
4.	Раздел 4. Изображения деталей и их соединений.	44	-	14	12	30
4.1	Правила выполнения схем.	10	-	4	4	6
4.2	Эскизы и технические рисунки деталей.	14	-	6	4	8
4.3	Резьбовые изделия и соединения.	10	-	2	2	8
4.4	Изображения соединений деталей.	10	-	2	2	8
5.	Раздел 5. Чертежи сборочных единиц.	44	-	14	10	30
5.1	Чертежи сборочных единиц.	24	-	8	6	16
5.2	Детализирование чертежей сборочных единиц.	20	-	6	4	14
6.	Раздел 6. Компьютерная графика.	20	-	4	4	16
6.1	Компьютерная графика и решаемые ею задачи.	10	-	2	2	8
6.2	Современные стандарты компьютерной графики.	10	-	2	2	8
	Итого во 2-м семестре	108	-	32	26	76
	Всего часов	252	16	64	52	172

4.2 Содержание разделов дисциплины

1-й семестр

Введение. Предмет и методы инженерной и компьютерной графики. Краткие исторические сведения. Задачи и место дисциплины в подготовке бакалавра по энерго-ресурсосберегающим процессам в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Раздел 1. Общие правила выполнения чертежей.

1.1. Правила выполнения и оформления чертежей в соответствии с ГОСТ. Форматы: размеры и обозначение основных и дополнительных форматов. Расположение форматов. Масштаб: натуральный масштаб, стандартные масштабы уменьшения и увеличения. Линии: типы и толщина линий. Шрифт: типы и размеры шрифтов. Основные надписи графических и текстовых документов.

1.2. Геометрические построения. Сопряжения: основные виды и правила выполнения. Уклоны и конусности: расчет и правила нанесения на чертеже. Деление окружности на равные части. Нанесение выносных и размерных линий на чертеже.

Раздел 2. Проецирование геометрических фигур.

2.1. Метод проекций. Виды проецирования. Центральное проецирование: центр проецирования, плоскость проекций, проецирующие лучи, проекции. Свойства центрального проецирования. Достоинства и недостатки центрального проецирования.

Параллельное проецирование. Направление проецирующих лучей. Свойства параллельного проецирования. Проецирование косоугольное и прямоугольное (ортогональное). Свойства ортогонального проецирования. Образование комплексного чертежа (эпюра Монжа). Ортогональный чертеж точки. Координаты точки. Построение точки по ее координатам.

2.2. Прямые линии. Способы задания прямой на чертеже. Классификация прямых по расположению относительно друг друга: прямые пересекающиеся, параллельные и скрещивающиеся. Классификация прямых относительно плоскостей проекций: прямые общего и частного положения – прямые уровня и проецирующие. Принадлежность точки прямой. Теорема о проецировании прямого угла.

2.3. Плоскость. Способы задания плоскости на чертеже. Классификация плоскостей по расположению относительно плоскостей проекций: плоскости общего и частного положения – проецирующие и уровня. Принадлежность точки и прямой плоскости.

2.4. Кривые линии. Классификация кривых: циркульные и лекальные, закономерные и не закономерные. Порядок кривой линии. Плоские кривые линии второго порядка: эллипс, парабола, гипербола. Пространственные кривые: цилиндрическая и коническая винтовые линии.

2.5. Поверхности. Образование и задание поверхностей на чертеже (кинематический и каркасный способы). Понятие об определителе поверхности. Классификация поверхностей: линейчатые и нелинейчатые, поверхности вращения, поверхности с двумя направляющими и плоскостью параллелизма. Винтовые поверхности. Характерные линии поверхностей вращения: меридианы, главный меридиан, параллели, экватор, горло. Принадлежность точки поверхности.

2.6. Симметрия геометрических фигур. Симметрия относительно плоскости, прямой, точки. Симметрия вращения, порядок оси симметрии.

2.7. Определение натуральной величины отрезка прямой и плоской фигуры. Определение натуральной величины отрезка прямой способом прямоугольного треугольника и способом проецирования на дополнительную плоскость. Построение натуральной величины плоской фигуры.

2.8. Пересечение геометрических образов. Пересечение многогранников, многогранника с поверхностью вращения. Пересечение поверхностей вращения. Теорема о пересечении соосных поверхностей вращения. Частные случаи пересечения поверхностей второго порядка: теорема Монжа и ее следствие.

Раздел 3. Изображения предметов по ГОСТ 2.305-2009. Изделия и конструкторские документы.

3.1. Изображения. Виды изображений по ГОСТ: виды, разрезы, сечения, выносные элементы. Основные виды. Главный вид, требования, предъявляемые к главному виду. Дополнительные и местные виды. Разрезы, классификация разрезов по расположению секущей плоскости относительно плоскостей проекций: разрезы вертикальные, горизонтальные и наклонные. Классификация разрезов по числу секущих плоскостей: разрезы простые и сложные – сложные ступенчатые и сложные ломаные разрезы. Совмещенные изображения. Местные разрезы. Сечения наложенные и вынесенные. Выносные элементы. Правила обозначения изображений.

3.2. Наклонные сечения геометрических тел. Построение проекций и натуральных величин геометрических тел. Наклонные сечения многогранников. Виды и правила построения сечений цилиндра. Зависимость вида наклонного сечения конуса от расположения секущей плоскости относительно оси конуса. Наклонные сечения шара. Правила построения наклонных сечений сочлененных тел.

3.3. Аксонометрические чертежи изделий. Образование аксонометрического чертежа. Первичная и вторичная проекции. Коэффициенты искажения аксонометрического чертежа. Переход от натуральных коэффициентов искажения к приведенным. Виды аксонометрии. Выполнение чертежей многоугольников и окружностей в прямоугольной и косоугольной (горизонтальной и фронтальной) изометриях. Аксонометрические чертежи геометрических тел. Разрезы в аксонометрии. Создание трехмерных моделей предметов. Создание ассоциативных чертежей на основе трехмерной модели.

3.4. Виды изделий и конструкторских документов. Виды изделий по ГОСТ: деталь, сборочная единица, комплекс, комплект. Виды конструкторских документов: чертеж детали, сборочный чертеж, чертеж общего вида, спецификация, схема. Шифры конструкторских документов. Краткие сведения о строительных чертежах.

3.5. Схемы. Классификация схем по видам и типам. Обозначение схем.

3.6. Резьбы. Образование, классификация, изображение и обозначение резьб на чертеже.

2-й семестр

Раздел 4. Изображения деталей и их соединений.

4.1. Правила выполнения схем. Структурные и технологические схемы. Схемы расположения.

4.2. Эскизы и технические рисунки деталей. Последовательность выполнения изображений детали: выбор главного изображения; определение необходимого количества изображений; подготовка поля чертежа к изображению детали; изображение основных внешних и внутренних очертаний детали. Обмер детали при выполнении ее эскиза с натуры. Оформление чертежей и эскизов деталей. Правила выполнения и оформления технических рисунков. Обозначения материалов.

4.3. Резьбовые изделия и соединения. Стандартные резьбовые изделия. Определение резьбы измерением. Соединения деталей болтом и шпилькой. Резьбовые трубные соединения. Цапковые соединения.

4.4. Изображения соединений деталей. Фланцевые соединения. Шлицевые и шпоночные соединения. Соединения штифтом и шплинтом. Неразъемные соединения деталей: сварка, пайка, склеивание, обвальцовка, развальцовка, соединение заклепкой.

Раздел 5. Чертежи сборочных единиц.

5.1. Чертежи сборочных единиц. Правила выполнения и оформления сборочного чертежа: выбор главного изображения, определение количества изображений, нанесение номеров позиций, нанесение размеров (габаритные, установочные, присоединительные, эксплуатационные). Спецификация. Правила выполнения и оформления чертежа общего вида.

5.2. Детализирование чертежей сборочных единиц. Правила детализирования чертежей сборочных единиц. Выполнение чертежей и технических рисунков деталей.

Раздел 6. Компьютерная графика.

6.1. Компьютерная графика и решаемые ею задачи. Графические объекты, примитивы, атрибуты, синтез изображения. Представление видеоинформации и ее машинная генерация.

6.2. Современные стандарты компьютерной графики. Графические языки и метафайлы. Реализация аппаратных модулей графической системы. Основные графические алгоритмы на плоскости и в пространстве. Программные графические системы и их применение

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раз-дел 1	Раз-дел 2	Раз-дел 3	Раз-дел 4	Раз-дел 5	Раз-дел 6
	Знать:							
1.	способы отображения пространственных форм на плоскости;			+	+	+	+	
2.	правила и условности при выполнении чертежей;		+		+	+	+	
3.	виды симметрии геометрических фигур;			+	+			
4.	виды изделий и конструкторских документов;				+	+		
5.	основные виды графических информационных систем, базовую графическую систему, используемую в учебном процессе.		+	+		+	+	+
	Уметь:							
6.	выполнять и читать чертежи технических изделий с учетом действующих стандартов;		+	+	+	+	+	+
7.	выполнять и читать схемы технологических процессов;				+	+		
8.	использовать средства компьютерной графики для изготовления 3D-моделей, ассоциативных чертежей.		+	+		+	+	+
	Владеть:							
9.	способами и приемами изображения предметов на плоскости;		+	+	+	+	+	+
10.	графической системой «Компас».		+	+		+	+	+
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК						
11.	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Знает виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность	+	+	+	+	+	+

12.		УК-2.2 Умеет определять круг задач в рамках поставленной цели, анализировать и выбирать альтернативные способы решения; оценивать ресурсы и ограничения и соблюдать правовые нормы при достижении профессиональных результатов	+	+	+	+	+	+
13.		УК-2.3 Владеет навыками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта; навыками работы с нормативно-правовой документацией	+	+	+	+	+	+
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК						
14.	ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.3 Владеет навыками применения цифровых технологий для решения задач профессиональной деятельности	+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий

№ п/п	№ раздела	Примерные темы практических занятий	Часы
-------	-----------	-------------------------------------	------

	дисциплины		
1-й семестр			
1	1.1	Общие правила выполнения чертежей.	2
2	1.2	Структура, графические примитивы и правила работы в графической системе «Компас».	2
3	3.1	Выполнение эскиза деревянной модели.	2
4	1.2	Выполнение чертежа плоской фигуры в графической системе «Компас».	2
5	3.3	Правила выполнения 3-D моделей.	2
6	3.1	Построение трех изображений металлической модели.	2
7	3.3	Выполнение 3-D модели предмета по описанию.	2
8	3.2	Построение проекций наклонного сечения на чертеже металлической модели.	2
9	3.2	Построение натуральной величины наклонного сечения.	2
10	3.3	Создание ассоциативного чертежа по трехмерной модели.	2
11	2.8	Выполнение 3-D модели с линиями перехода.	4
12	3.2	Создание ассоциативного чертежа по 3-D модели с линиями перехода.	2
2-й семестр			
13	4.1	Схемы. Выполнение схемы деления изделия на составные части.	2
14	4.1	Выполнение принципиальной технологической схемы в Компасе.	2
15	4.2	Выполнение эскизов деталей, входящих в сборочную единицу.	4
16	4.3	Выполнение чертежа соединения деталей болтом.	2
17	4.4	Выполнение чертежа соединения деталей шпилькой.	2
18	6.1 6.2	Выполнение 3-D моделей деталей, входящих во фланцевое соединение.	4
19	5.1	Выполнение 3-D модели фланцевого соединения.	4
20	5.2	Детализирование чертежа сборочной единицы (3-D модели).	4
21	5.1	Выполнение сечения сборочной единицы	2

Примерные темы графических работ

Графические работы охватывают 1 - 6 разделы дисциплины. Выполнение графических работ способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине, а также дает навыки работы в графической системе «Компас». За выполнение графических работ ставится по 30 баллов в каждом семестре. Количество работ может быть изменено. Количество баллов за каждую работу проставляется в зависимости от их трудоемкости.

№ п/п	Тема графической работы	Оценка
1-й семестр		
1	Чертеж плоского контура в Компасе	4
2	Эскиз модели	4
3	3-D модель и ассоциативный чертеж по наглядному изображению	4
4	3-D модель и ассоциативный чертеж по описанию	4
5	Чертеж металлической модели	5

6	Наклонное сечение металлической модели	5
7	3-D модель и ассоциативный чертеж с линиями перехода	4
2-й семестр		
8	Схема технологическая принципиальная	4
9	Чертеж соединения деталей болтом	4
10	Чертеж соединения деталей шпилькой	4
11	3-D модели деталей фланцевого соединения	5
12	3-D модель фланцевого соединения	4
13	3-D модели деталей, входящих в сборочную единицу	6
14	Сечение сборочной единицы	3

6.2. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами;
- выполнение графических работ;
- выполнение курсовой работы;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* (1 и 2 семестры) по дисциплине.

ТЕМА КУРСОВОЙ РАБОТЫ.

Разработка конструкторской документации изделия.

№ п/п	Тема графической работы	Оценка
1	Схема деления изделия на составные части.	10
2	Эскизы и технические рисунки деталей.	40
3	Сборочный чертеж.	40
4	Спецификация	10

Выставляется отдельной оценкой (зачет).

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине в каждом семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 30 баллов), графических работ

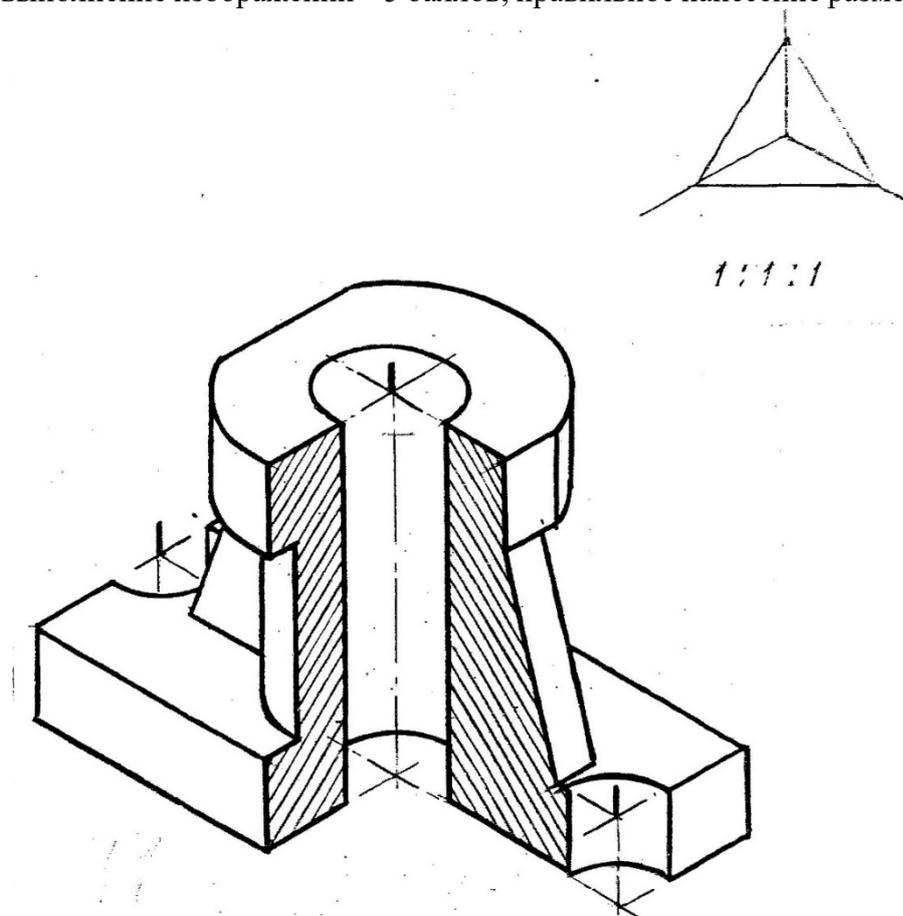
(максимальная оценка 30 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов). Отдельно во втором семестре оценивается курсовая работа по баллам, полученным в семестре (максимальная оценка 100 баллов, зачет).

8.1. Примеры контрольных работ

1-й семестр

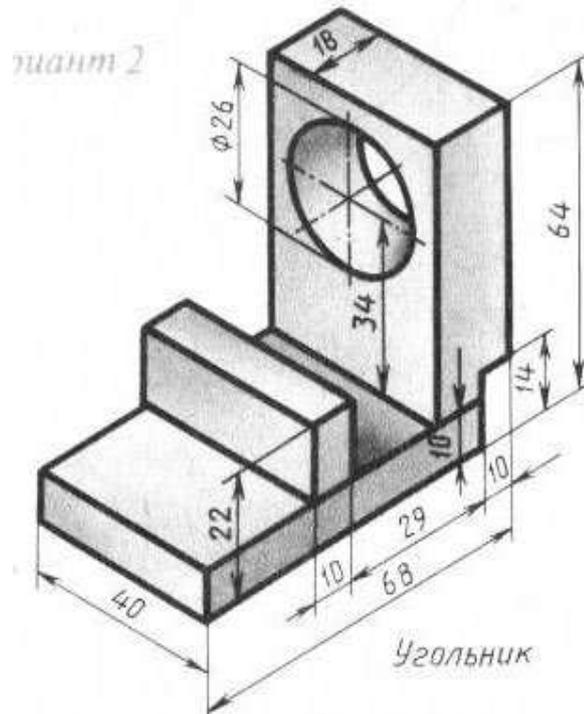
Контрольная работа № 1 «Выполнение чертежа в трех изображениях по заданной аксонометрии предмета»

Контрольная работа оценивается 10 баллами: выбор главного изображения – 2 балла; правильное выполнение изображений – 5 баллов; правильное нанесение размеров – 3 балла.



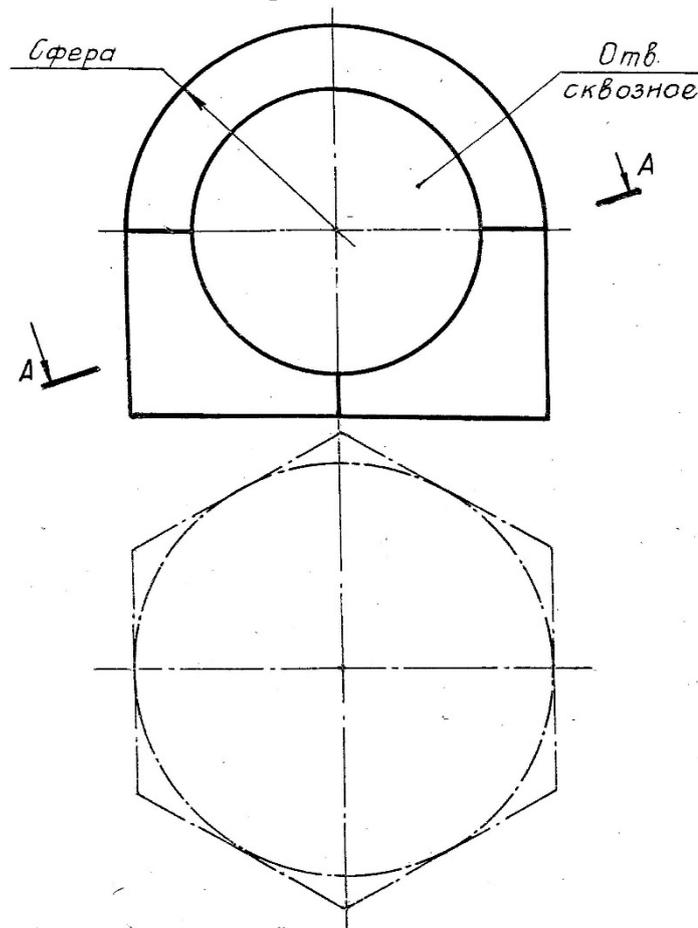
Контрольная работа № 2 «Построение 3-D изображения и ассоциативного чертежа предмета, заданного аксонометрией»

Контрольная работа оценивается 10 баллами: построение 3-D изображения – 7 баллов; выполнение ассоциативного чертежа – 3 балла.



Контрольная работа № 3 «Построение 3-D модели и ассоциативного чертежа предмета с линиями перехода»

Контрольная работа оценивается 10 баллами: построение 3-D изображения – 7 баллов; выполнение ассоциативного чертежа – 3 балла.

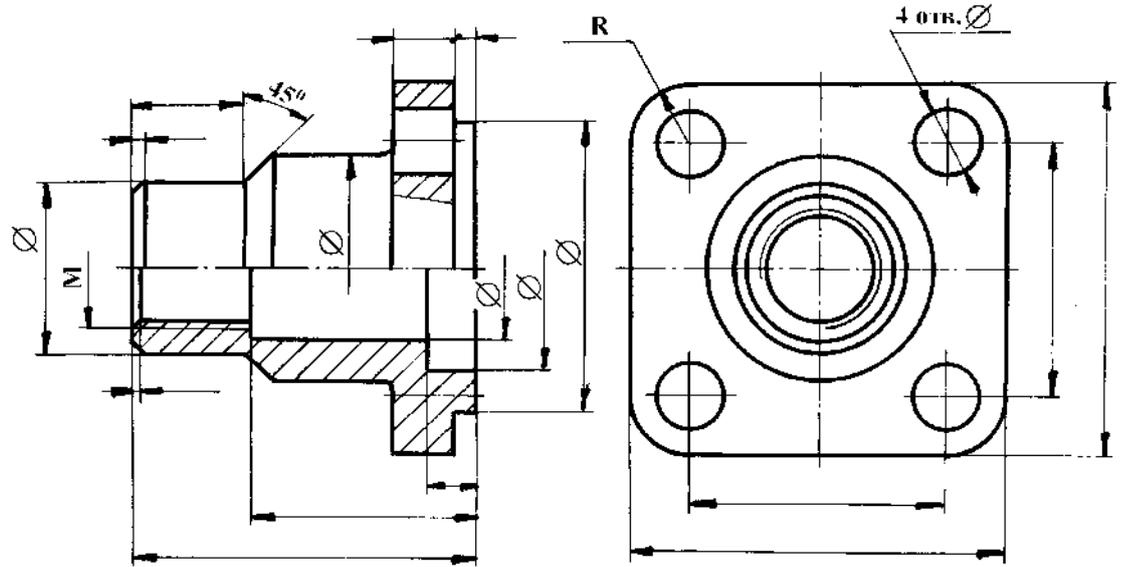


2-й семестр

Контрольная работа № 1 «Эскизы деталей. Обозначение резьбы»

Контрольная работа оценивается 10 баллами: 1-е задание – 8 баллов; 2-е задание – 2 балла.

1. Выполнить эскиз детали.

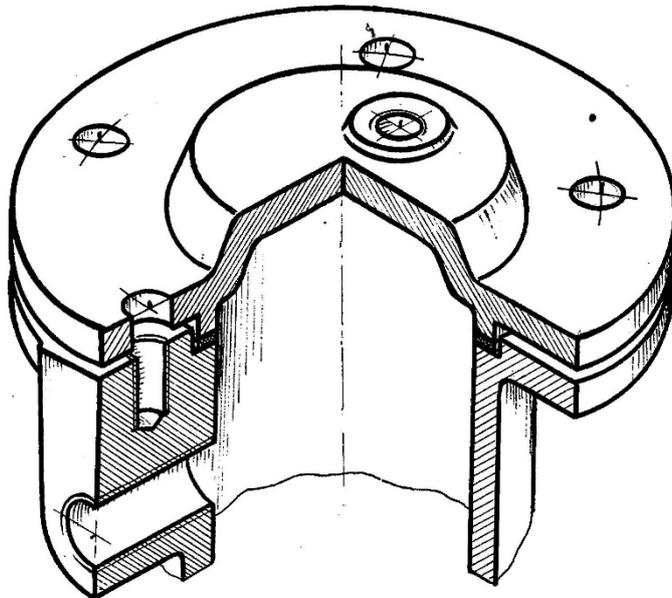


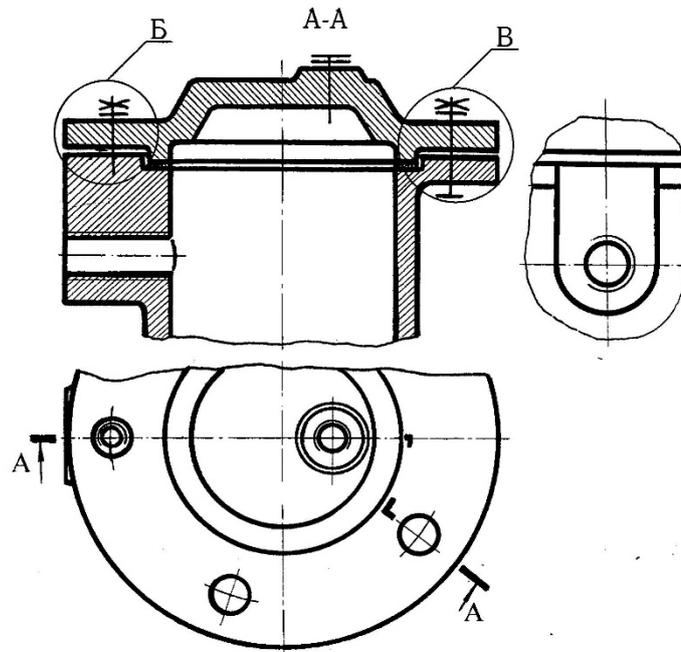
2. Расшифровать условное обозначение резьбы: M48 x 6 (P3) LH.

Контрольная работа № 2 «Выполнение и оформление чертежа соединения деталей стандартными резьбовыми изделиями (болтом или шпилькой).

Контрольная работа оценивается 10 баллами.

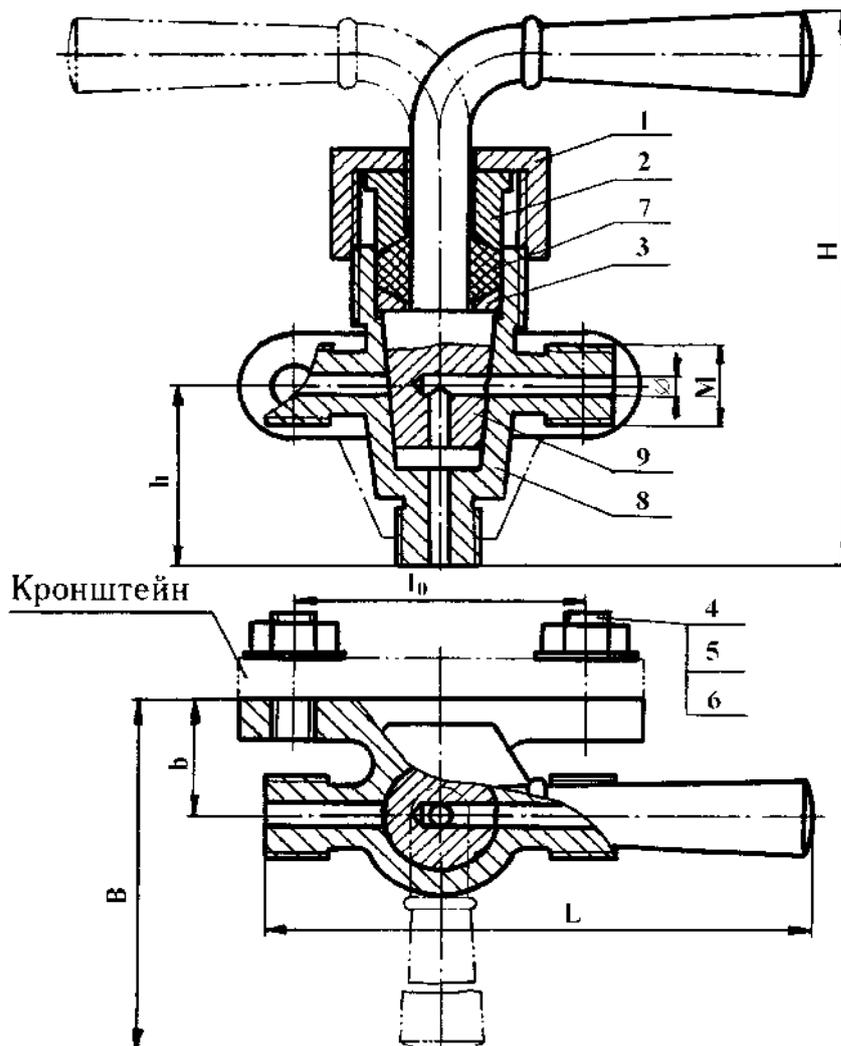
Крышка с корпусом соединяется с помощью шпильки и болтов, на каждый из которых одевается шайба и навинчивается гайка. Рассчитать по условным соотношениям размеры болта (шпильки), гайки, шайбы и, используя выносной элемент, вычертить упрощенное изображение соединения деталей болтом (шпилькой). Записать условные обозначения болта (шпильки), гайки, шайбы. Масштаб чертежа 1:2. Масштаб выносного элемента 4:1. Диаметры отверстий в крышке 9 мм.





Контрольная работа №3 «Детализирование чертежа сборочной единицы»
 Контрольная работа оценивается 10 баллами: 1-е задание - 6 баллов; 2-е задание - 4 балла.

Выполнить 3-D модель детали № 1. Выполнить сечение сборочной единицы.



8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – зачет с оценкой)

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1 – 3 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. Вопрос 1 – 10 баллов, вопрос 2 – 20 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

8.2.1. Примеры контрольных вопросов

1. Виды проецирования. Образование ортогонального чертежа на одной, двух и трех плоскостях проекций. Метод Монжа.
2. Построить 3-D модель предмета заданного двумя проекциями.
3. Выполнить ассоциативный чертеж предмета по 3-D модели.

8.2.2. Пример билета

<p>«Утверждаю» Заведующий кафедрой ИПТО (Должность, наименование кафедры)</p> <p><u>В.М. Аристов</u> (Подпись) (И. О. Фамилия)</p> <p>«__» _____ 2023 г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева</p>
	<p>Инженерного проектирования технологического оборудования</p>
	<p><i>18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии</i></p>
	<p>Инженерная и компьютерная графика – 1 семестр</p>
<p>Билет № 1</p>	
<p>1. Виды проецирования. Образование ортогонального чертежа на одной, двух и трех плоскостях проекций. Метод Монжа.</p> <p>2. Построить 3-D модель предмета заданного двумя проекциями.</p>	
<p>3. Выполнить ассоциативный чертеж предмета по 3-D модели.</p>	

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – зачет с оценкой)

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 4 – 6 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. Вопрос 1 – 20 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов

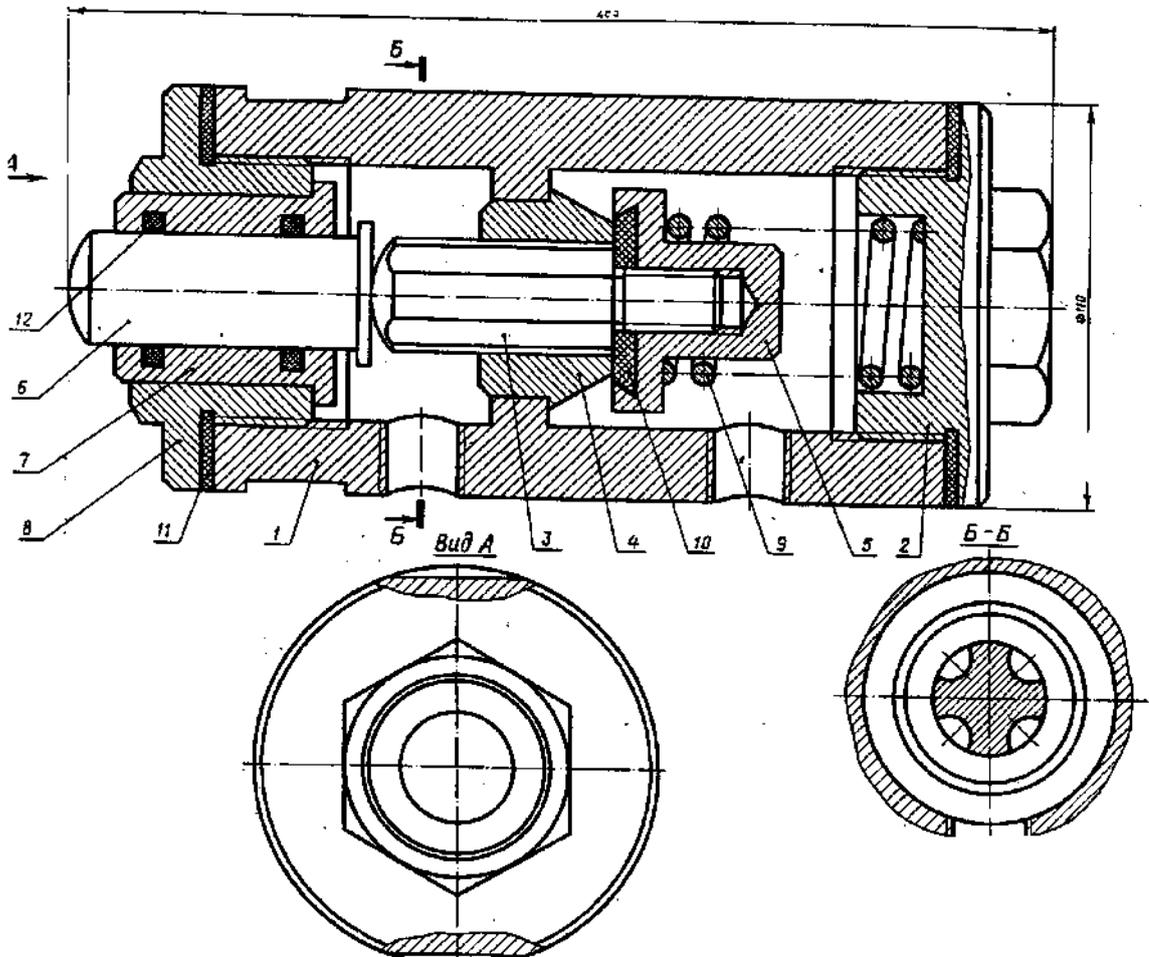
1. По сборочному чертежу изделия построить 3-D модель детали №
2. Выполнить ассоциативный чертеж детали по 3-D модели.
3. Выполнить сечение сборочной единицы.

8.3.2. Пример билета

<p>«Утверждаю» Заведующий кафедрой ИПТО (Должность, наименование кафедры)</p> <p><u>В.М.Аристов</u> (Подпись) (И. О. Фамилия)</p> <p>«__» _____ 2023 г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра инженерного проектирования технологического оборудования</p>
	<p>18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии</p>
<p>Инженерная и компьютерная графика – 2 семестр</p>	

Билет № 1

1. По сборочному чертежу изделия построить 3-D модель детали № 2.



2. Выполнить ассоциативный чертеж детали по 3-D модели.
3. Выполнить сечение сборочной единицы.

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

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Аристов В.М., Аристова Е.П. Инженерная графика. М.: Путь, Альянс, 2006. 256с.
2. Аристов В.М. и др. Основы построения чертежей. Учебное пособие. М.: РХТУ, 2011. 168 с.
3. Клокова А. Н., Лукина Ю. С. Инженерная графика. Организация самостоятельной работы студента. Учебное пособие. М.: РХТУ, 2019. 68 с.
3. Аристов В.М., Захаров С.Л., Лукина Ю.С., Клокова А.Н. Чертежи сборочных единиц. Методические указания к выполнению листа «сборочный чертеж». М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2019. 72 с.

Б. Дополнительная литература

1. Попова Г.Н., Алексеев С.Ю. Машиностроительное черчение: Справочник. С.-П.: Машиностроение, 2008. 447 с.
2. Стандарты ЕСКД: ГОСТ 2.101-68; 2.102-68; 2.103-68; 2.108-68; 2.109-68; 2.114-70; 2.118-73; 2.119-73; 2.120-73; 2.301-68; 2.302-68; 2.303-68; 2.304-81; 2.305-2009; 2.306-68; 2.307-68; 2.311-68; 2.312-72; 2.313-68; 2.317-69; 21.001-77.
3. Клокова А.Н., Клокова Е.Ю. Компьютерная графика. Лабораторный практикум. М.: РХТУ, 2010. 52 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- Журнал «Наука и образование» Национальный цифровой ресурс РУКОНТ: <https://rucont.ru/catalog/101836>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 286);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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 бакалаврами образовательной программы по направлению подготовки **18.03.02.**

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ составляет 1 727 628 экз. на 01.01.23.

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 студентов 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.

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы бакалавра.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория и учебная аудитория для проведения практических занятий (чертежный зал). Компьютерный класс. Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

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

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные

материалы в печатном и электронном виде по по темам курса («Болтовое соединение», «Соединение болтом», «Соединение шпилькой», «Фитинговое соединение», «Фланцевое соединение», «Сборочный чертеж»).

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power • Point • Outlook 	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
2	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочно
3	Компас-3D v18 на 50 мест. Проектирование и конструирование в машиностроении, лицензия.	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	2 лицензии на учебный комплект программного обеспечения для проектирования и конструирования в машиностроении, рассчитанные на активацию на 50 мест каждая.	бессрочно
4	Учебный комплект Компас-3D v 19 на 50 мест КТПП	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	2 лицензии на учебный комплект программного обеспечения для проектирования и конструирования в машиностроении, рассчитанные на активацию на 50 мест каждая.	бессрочно

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Общие правила выполнения чертежей.	<p>Знает:</p> <p>правила и условности при выполнении чертежей;</p> <p>основные виды графических информационных систем, базовую графическую систему, используемую в учебном процессе.</p> <p>Умеет:</p> <p>выполнять и читать чертежи технических изделий с учетом действующих стандартов;</p> <p>использовать средства компьютерной графики для изготовления 3D-моделей, ассоциативных чертежей.</p> <p>Владеет:</p> <p>способами и приемами изображения предметов на плоскости;</p> <p>графической системой «Компас».</p>	Оценка за графические работы, оценка за контрольную работу, оценка на зачете.
Раздел 2. Проецирование геометрических фигур.	<p>Знает:</p> <p>способы отображения пространственных форм на плоскости;</p> <p>виды симметрии геометрических фигур;</p> <p>основные виды графических информационных систем, базовую графическую систему, используемую в учебном процессе.</p> <p>Умеет:</p> <p>выполнять и читать чертежи технических изделий с учетом действующих стандартов;</p> <p>использовать средства компьютерной графики для изготовления 3D-моделей, ассоциативных чертежей.</p> <p>Владеет:</p> <p>способами и приемами изображения предметов на плоскости;</p> <p>графической системой «Компас».</p>	Оценка за графические работы, оценка за контрольную работу, оценка на зачете.
Раздел 3. Изображения предметов по ГОСТ 2.305-2009. Изделия и конструкторские документы.	<p>Знает:</p> <p>способы отображения пространственных форм на плоскости;</p> <p>правила и условности при выполнении чертежей;</p>	Оценка за графические работы, оценка за контрольную работу, оценка на зачете.

	<p>виды симметрии геометрических фигур;</p> <p>виды изделий и конструкторских документов.</p> <p>Умеет:</p> <p>выполнять и читать чертежи технических изделий с учетом действующих стандартов;</p> <p>выполнять и читать схемы технологических процессов.</p> <p>Владеет:</p> <p>способами и приемами изображения предметов на плоскости.</p>	
<p>Раздел 4. Изображения деталей и их соединений.</p>	<p>Знает:</p> <p>способы отображения пространственных форм на плоскости;</p> <p>правила и условности при выполнении чертежей;</p> <p>виды изделий и конструкторских документов;</p> <p>основные виды графических информационных систем, базовую графическую систему, используемую в учебном процессе.</p> <p>Умеет:</p> <p>выполнять и читать чертежи технических изделий с учетом действующих стандартов;</p> <p>выполнять и читать схемы технологических процессов;</p> <p>использовать средства компьютерной графики для изготовления 3D-моделей, ассоциативных чертежей.</p> <p>Владеет:</p> <p>способами и приемами изображения предметов на плоскости;</p> <p>графической системой «Компас».</p>	<p>Оценка за графические работы, оценка за контрольную работу, оценка за курсовую работу, оценка на зачете.</p>
<p>Раздел 5. Чертежи сборочных единиц.</p>	<p>Знает:</p> <p>способы отображения пространственных форм на плоскости;</p> <p>правила и условности при выполнении чертежей;</p> <p>основные виды графических информационных систем, базовую графическую систему, используемую в учебном процессе.</p> <p>Умеет:</p>	<p>Оценка за графические работы, оценка за контрольную работу, оценка за курсовую работу, оценка на зачете.</p>

	<p>выполнять и читать чертежи технических изделий с учетом действующих стандартов;</p> <p>использовать средства компьютерной графики для изготовления 3D-моделей, ассоциативных чертежей.</p> <p>Владеет:</p> <p>способами и приемами изображения предметов на плоскости;</p> <p>графической системой «Компас».</p>	
<p>Раздел 6. Компьютерная графика.</p>	<p>Знает:</p> <p>основные виды графических информационных систем, базовую графическую систему, используемую в учебном процессе.</p> <p>Умеет:</p> <p>выполнять и читать чертежи технических изделий с учетом действующих стандартов;</p> <p>использовать средства компьютерной графики для изготовления 3D-моделей, ассоциативных чертежей.</p> <p>е: способами и приемами изображения предметов на плоскости;</p> <p>графической системой «Компас».</p>	<p>Оценка за графические работы, оценка за контрольную работу, оценка на зачете.</p>

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Инженерная и компьютерная графика»
основной образовательной программы
 направления 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
 нефтехимии и биотехнологии

Форма обучения: очная

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

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



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

Ф.А. Колоколов

«19» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Иностранный язык»

Направление подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
(Код и наименование направления подготовки)

Профиль подготовки – «Основные процессы химических производств и
химическая кибернетика»
(Наименование профиля подготовки)

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«19» июня 2023 г.

Председатель

Н.А. Макаров

Москва 2023

Программа составлена: к.фил.н., к.э.н., доцентом кафедры иностранных языков И.А. Кузнецовым, старшим преподавателем кафедры иностранных языков Н.Г. Коваленко.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры иностранных языков «23» мая 2023 г., протокол № 10.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **иностранных языков** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение четырех семестров.

Дисциплина **«Иностранный язык»** относится к базовой части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области иностранного языка в объеме средней школы.

Цель дисциплины – приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет использовать иностранный язык практически как в профессиональной (производственной и научной) деятельности, так и для целей самообразования.

Задачи дисциплины:

– подготовка к профессионально-ориентированному общению на иностранном языке в виде письменной и устной речи путем создания у студентов пассивного и активного запаса лексики, в том числе общенаучной и специальной терминологии, необходимой для работы над типовыми текстами;

– отработка списка грамматических тем, типичных для стиля разговорной и научной речи; формирование базовых навыков перевода, на основе рекомендованных в программе учебников и учебных пособий по иностранным языкам для химических вузов.

Дисциплина **«Иностранный язык»** преподается в 1, 2, 3 и 4 (очная форма обучения) семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Коммуникация	УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	<p>УК-4.1. Знает основы деловой коммуникации, правила и закономерности устной и письменной формы речи, требования к деловой коммуникации на русском и иностранном языках;</p> <p>УК-4.2. Умеет применять на практике деловую коммуникацию в устной и письменной формах, методы и навыки делового общения на русском и иностранном языках;</p> <p>УК-4.3. Владеет навыками чтения и перевода текстов на иностранном языке в профессиональном общении; навыками деловых коммуникаций в устной и письменной форме на русском и иностранном языках.</p>

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

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

Уметь:

- работать с оригинальной литературой на иностранном языке;
- работать со словарем;
- вести переписку на изучаемом языке с целью межличностного и межкультурного взаимодействия;
- вести речевую деятельность применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации.

Владеть:

- иностранным языком на уровне межличностного и межкультурного общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи;
- основами реферирования и аннотирования литературы на изучаемом иностранном языке.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр				Семестр			
			1 семестр		2 семестр		3 семестр		4 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	9,0	324,0	2,0	72,0	2,0	72,0	2,0	72,0	3,0	108,0
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,6	128,0	0,9	32,0	0,9	32,0	0,9	32,0	0,9	32,0
Практические занятия (ПЗ)	3,6	128,0	0,9	32,0	0,9	32,0	0,9	32,0	0,9	32,0
Самостоятельная работа	4,4	160	1,1	40	1,1	40	1,1	40	1,1	40,0
Контактная самостоятельная работа		0,6		0,2		0,2		0,2		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4,4	159,4	1,1	39,8	1,1	39,8	1,1	39,8	1,1	40,0
Виды контроля:										
Вид контроля из УП				+		+		+		
Экзамен	1,0	36,0	-	-	-	-	-	-	1,0	36,0
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	-	-	-	-	-	-	1,0	0,4
Подготовка к экзамену.		35,6		-		-		-		35,6
Вид итогового контроля:			Зачет		Зачет		Зачет		Экзамен	

Вид учебной работы	Всего		Семестр				Семестр			
			1 семестр		2 семестр		3 семестр		4 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	9	243	2	54,0	2	54	2	54	3	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,58	96	0,89	24	0,89	24	0,89	24	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	3,6	96	0,89	24	0,89	24	0,89	24	0,89	24
Самостоятельная работа	4,4	120	1,11	30	1,11	30	1,11	30	1,11	30,0

Контактная самостоятельная работа		0,45		0,15		0,15		0,15		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4,4	119,55	1,11	29,85	1,11	29,85	1,11	29,85	1,11	30,0
Виды контроля:										
Вид контроля из УП				+		+		+		
Экзамен	1,00	27,00	-	-	-	-	-	-	1,00	27,00
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,00	0,30	-	-	-	-	-	-	1,00	0,30
Подготовка к экзамену.		26,70		-		-		-		26,70
Вид итогового контроля:			Зачет		Зачет		Зачет		Экзамен	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1.	Раздел 1. Грамматические и лексические трудности изучаемого языка	72	-	32	-	40
1.1.	Спряжение и изменение глагола-связки в формах настоящего времени. Видовременные формы глаголов. Образование форм простых, продолженных, перфектных и перфектно-продолженных времен глагола. Вопросительные предложения в различных временах. Образование отрицательных форм глагола в различных временах.	12	-	4	-	8
1.2.	Согласование времен. Условные предложения.	12	-	6	-	6
1.3.	Образование простых, продолженных, перфектных времен глагольных форм и употребление форм страдательного залога.	12	-	4	-	8
1.4.	Причастия. Причастия настоящего и прошедшего времени. Перфектные формы причастия. Место причастий в предложении. Абсолютный причастный оборот	12	-	6	-	6
1.5.	Инфинитив. Формы инфинитива. Продолженный и перфектный инфинитив. Функции инфинитива в предложении. Образование и употребление инфинитивных оборотов типа «сложное подлежащее» и «сложное дополнение».	12	-	6	-	6
1.6.	Модальные глаголы. Структура предложения. Принципы словообразования. Сокращения (аббревиатуры). Обозначение даты. Правила чтения химических элементов, обозначений и формул неорганических соединений и уравнений химических реакций. Правила чтения единиц измерения. Правила чтения наименований основных органических соединений.	12	-	6	-	6
2.	Раздел 2. Развитие навыков чтения тематических текстов.	72	-	32	-	40
2.1.	Развитие навыков чтения профессионально-ориентированных текстов. Чтение текстов по темам:	24	-	12	-	12

	<p>1. Введение в специальность. 2. Д.И. Менделеев. 3. РХТУ им. Д.И. Менделеева. 4. Наука и научные методы, научные статьи. 5. Современные отрасли науки: 5.1. Химия окружающей среды. 5.2. Основы природопользования. 5.3. Учение о биосфере. 5.4. Экологический мониторинг. 5.5. Проблемы экологического менеджмента. 5.6. Техногенные системы и экологический риск. 5.7. Основы промышленной экологии. 5.8. История химии для устойчивого развития. 5.9. Изотопы как трассеры природных процессов. 5.10. Основные проблемы химии устойчивого развития. 6. Химическое предприятие. 7. Химическая лаборатория. Техника безопасности в лаборатории. Измерения в химической лаборатории. 8. Химия будущего. 9. Биотехнология Фармацевтические производства. 10. Зеленая химия. Проблемы экологии.</p>					
2.2.	<p>Понятие о видах чтения. Просмотровое чтение на примерах текстов о химии, Д.И. Менделееве, РХТУ им, Д.И. Менделеева. Активизация лексики прочитанных текстов.</p>	24	-	10	-	14
2.3.	<p>Изучающее чтение научных и научно-популярных текстов по выбранной специальности. Примерная тематика текстов: «Наука и научные методы», «Химическое предприятие», «Современные инженерные технологии «Химическая лаборатория. Техника безопасности в лаборатории. Измерения в химической лаборатории» «Химия будущего. Современные тенденции развития науки», «Биотехнология. Фармацевтические производства», «Зеленая химия.</p>	24	-	10	-	14

	Проблемы экологии». Лексические особенности текстов научно-технической направленности. Терминология научно-технической литературы на изучаемом языке.					
3.	Раздел 3. Практика устной речи.	72	-	32	-	40
3.1.	Практика устной речи по темам: 1. «Говорим о себе, о своей будущей профессии», 2. «Мой университет», 3. «Университетский кампус» 4. «At the bank» 5. «Applying for a job» и т.д.	24	-	12	-	12
3.2.	Монологическая речь по теме «о себе и о будущей профессии». Лексические особенности монологической речи.	24	-	10	-	14
3.3.	Речевой этикет повседневного общения (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия). Особенности диалогической речи по пройденным темам.	24	-	10	-	14
4.	Раздел 4. Особенности языка специальности.	72	-	32	-	40
4.1.	Грамматические и лексические трудности языка специальности: Различные варианты перевода причастий на русский язык. Причастные обороты и приемы их перевода на русский язык.	18	-	8	-	10
4.2.	Сослагательное наклонение. Формы сослагательного наклонения в изучаемом языке. Модальные глаголы и их использование в предложениях в сослагательном наклонении. Типы условных предложений. Варианты перевода предложений в сослагательном наклонении и условных предложений. Порядок слов в предложении. Эмфатические конструкции.	18	-	8	-	10
4.3.	Изучение правил перевода различных форм инфинитива и инфинитивных оборотов на русский язык.	18	-	8	-	10
4.4.	Изучающее чтение текстов по тематике: 1) «Лаборатория» 2) «Измерения в химической лаборатории». Стилистические особенности специальной научно-технической литературы. Организация работы со специальными словарями. Понятие	18	-	8	-	10

	о реферировании и аннотировании текстов по специальности. Поиск новой информации при работе с текстами из периодических изданий и монографий, инструкций, проспектов и справочной литературы по рассматриваемой тематике.					
	Всего часов	288	-	128	-	160
	Экзамен	36				
	ИТОГО	324				

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Грамматические и лексические трудности изучаемого языка.

1.1. Спряжение и изменение глагола-связки в формах настоящего времени. Видовременные формы глаголов. Образование форм простых, продолженных, перфектных и перфектно-продолженных времен глагола. Вопросительные предложения в различных временах. Образование отрицательных форм глагола в различных временах.

1.2. Согласование времен. Условные предложения.

1.3. Образование простых, продолженных, перфектных времен глагольных форм и употребление форм страдательного залога.

1.4. Причастия. Причастия настоящего и прошедшего времени. Перфектные формы причастия. Место причастий в предложении. Абсолютный причастный оборот

1.5. Инфинитив. Формы инфинитива. Продолженный и перфектный инфинитив. Функции инфинитива в предложении. Образование и употребление инфинитивных оборотов типа «сложное подлежащее» и «сложное дополнение».

1.6. Модальные глаголы. Структура предложения. Принципы словообразования. Сокращения (аббревиатуры). Обозначение даты Правила чтения химических элементов, обозначений и формул неорганических соединений и уравнений химических реакций. Правила чтения единиц измерения. Правила чтения наименований основных органических соединений.

Раздел 2. Развитие навыков чтения тематических текстов.

2.1. Развитие навыков чтения профессионально-ориентированных текстов.

Чтение текстов по темам:

1. Введение в специальность.

2. Д.И. Менделеев.

3. РХТУ им. Д.И. Менделеева.

4. Наука и научные методы, научные статьи.

5. Современные отрасли науки:

5.1. Химия окружающей среды.

5.2. Основы природопользования.

5.3. Учение о биосфере.

5.4. Экологический мониторинг.

5.5. Проблемы экологического менеджмента.

5.6. Техногенные системы и экологический риск.

5.7. Основы промышленной экологии.

5.8. История химии для устойчивого развития.

5.9. Изотопы как трассеры природных процессов.

5.10. Основные проблемы химии устойчивого развития.

6. Химическое предприятие.

7. Химическая лаборатория. Техника безопасности в лаборатории. Измерения в химической лаборатории.

8. Химия будущего.

9. Биотехнология Фармацевтические производства.

10. Зеленая химия. Проблемы экологии.

2.2. Понятие о видах чтения. Просмотровое чтение на примерах текстов о химии, Д.И. Менделееве, РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Активизация лексики прочитанных текстов.

2.3. Изучающее чтение научных и научно-популярных текстов по выбранной специальности.

Примерная тематика текстов:

«Наука и научные методы»,

«Химическое предприятие», «Современные инженерные технологии»

«Химическая лаборатория. Техника безопасности в лаборатории. Измерения в химической лаборатории»

«Химия будущего. Современные тенденции развития науки», «Биотехнология. Фармацевтические производства», «Зеленая химия. Проблемы экологии».

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

Раздел 3. Практика устной речи.

3.1. Практика устной речи по темам:

1. «Говорим о себе, о своей будущей профессии»,
2. «Мой университет»,
3. «Университетский кампус»
4. «At the bank»
5. «Applying for a job» и т.д.

3.2. Монологическая речь по теме «о себе и о будущей профессии». Лексические особенности монологической речи.

3.3. Речевой этикет повседневного общения (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия).

Особенности диалогической речи по пройденным темам.

Раздел 4. Особенности языка специальности.

4.1. Грамматические и лексические трудности языка специальности:

Различные варианты перевода причастий на русский язык. Причастные обороты и приемы их перевода на русский язык.

4.2. Сослагательное наклонение. Формы сослагательного наклонения в изучаемом языке. Модальные глаголы и их использование в предложениях в сослагательном наклонении. Типы условных предложений. Варианты перевода предложений в сослагательном наклонении и условных предложений. Порядок слов в предложении. Эмфатические конструкции.

4.3. Изучение правил перевода различных форм инфинитива и инфинитивных оборотов на русский язык.

4.4. Изучающее чтение текстов по тематике:

- 1) «Лаборатория»
- 2) «Измерения в химической лаборатории».

Стилистические особенности специальной научно-технической литературы. Организация работы со специальными словарями. Понятие о реферировании и аннотировании текстов по специальности. Поиск новой информации при работе с текстами из периодических изданий и монографий, инструкций, проспектов и справочной литературы по рассматриваемой тематике.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
Знать:					
1	– основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели;	+	+	+	
2	– русские эквиваленты основных слов и выражений речи в процессе межличностного и межкультурного взаимодействия;			+	+
3	– основные приемы и методы реферирования и аннотирования литературы;				+
4	– пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами;	+	+		+
5	– приемы работы с оригинальной литературой на иностранном языке				+
Уметь:					
6	– работать с оригинальной литературой на иностранном языке;	+	+		+
7	– работать со словарем;		+		+
8	– вести переписку на изучаемом языке с целью межличностного и межкультурного взаимодействия;				+
9	– вести речевую деятельность применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации			+	
Владеть:					
10	– иностранным языком на уровне межличностного и межкультурного общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи;		+	+	+
11	– основами реферирования и аннотирования литературы на изучаемом иностранном языке	+	+		+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>универсальные компетенции и индикаторы их достижения</u> :					
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК			
12	– УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых)	– УК-4.1. Знает основы деловой коммуникации, правила и закономерности устной и письменной формы речи, требования к деловой коммуникации на русском и иностранном языках;		+	+

	языке(ах).	– УК-4.2. Умеет применять на практике деловую коммуникацию в устной и письменной формах, методы и навыки делового общения на русском и иностранном языках;	+	+	+	+
		– УК-4.3. Владеет навыками чтения и перевода текстов на иностранном языке в профессиональном общении; навыками деловых коммуникаций в устной и письменной форме на русском и иностранном языках.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 1	Практическое занятие 1. Спряжение и изменение глагола-связки в формах настоящего времени. Видовременные формы глаголов. Образование форм простых, продолженных, перфектных и перфектно-продолженных времен глагола. Вопросительные предложения в различных временах. Образование отрицательных форм глагола в различных временах.	4
2	Раздел 1	Практическое занятие 2. Согласование времен. Условные предложения.	6
3	Раздел 1	Практическое занятие 3. Образование простых, продолженных, перфектных времен глагольных форм и употребление форм страдательного залога.	4
4	Раздел 1	Практическое занятие 4. Причастия. Причастия настоящего и прошедшего времени. Перфектные формы причастия. Место причастий в предложении. Абсолютный причастный оборот.	6
5	Раздел 1	Практическое занятие 5. Инфинитив. Формы инфинитива. Продолженный и перфектный инфинитив. Функции инфинитива в предложении. Образование и употребление инфинитивных оборотов типа «сложное подлежащее» и «сложное дополнение».	6
6	Раздел 1	Практическое занятие 6. Модальные глаголы. Структура предложения. Принципы словообразования. Сокращения (аббревиатуры). Обозначение даты Правила чтения химических элементов, обозначений и формул неорганических соединений и уравнений химических реакций. Правила чтения единиц измерения. Правила чтения наименований основных органических соединений.	6
7	Раздел 2	Практическое занятие 7. Чтение текстов по темам: 1. Введение в специальность 2. Д.И. Менделеев 3. РХТУ имени Д.И. Менделеева 4. Наука и научные методы, научные статьи 5. Современные инженерные технологии: 5.1. Безопасность в чрезвычайных ситуациях и гражданская защита 5.2. Безопасность электротехнических производств 5.3. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности	12

		<p>5.4. Теория вероятностей при обеспечении безопасности жизнедеятельности</p> <p>5.5. Управление техносферной безопасностью</p> <p>5.6. Теория горения и взрыва</p> <p>5.7. Надежность технических систем</p> <p>5.8. Понятие техногенного риска</p> <p>5.9. Надзор и контроль в сфере безопасности</p> <p>5.10. Специальная оценка условий труда</p> <p>6. Химическое предприятие</p> <p>7. Химическая лаборатория. Техника безопасности в лаборатории. Измерения в химической лаборатории</p> <p>8. Химия будущего.</p> <p>9. Биотехнология Фармацевтические производства.</p> <p>10. Зеленая химия. Проблемы экологии.</p>	
8	Раздел 2	<p>Практическое занятие 8. Понятие о видах чтения. Просмотровое чтение на примерах текстов о химии, Д.И. Менделеев, РХТУ им, Д.И. Менделеева.</p> <p>Активизация лексики прочитанных текстов.</p>	10
9	Раздел 2	<p>Практическое занятие 9. Изучающее чтение научных и научно-популярных текстов по выбранной специальности.</p> <p>Примерная тематика текстов: «Наука и научные методы», «Химическое предприятие», «Современные инженерные технологии «Химическая лаборатория. Техника безопасности в лаборатории. Измерения в химической лаборатории» «Химия будущего. Современные тенденции развития науки», «Биотехнология. Фармацевтические производства», «Зеленая химия. Проблемы экологии».</p> <p>Лексические особенности текстов научно-технической направленности. Терминология научно-технической литературы на изучаемом языке.</p>	10
10	Раздел 3	<p>Практическое занятие 10. Практика устной речи по темам:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. «Говорим о себе, о своей будущей профессии», 2. «Мой университет», 3. «Университетский кампус» 4. «At the bank» 5. «Applying for a job» и т.д. 	12
11	Раздел 3	<p>Практическое занятие 11. Монологическая речь по теме «о себе и о будущей профессии».</p> <p>Лексические особенности монологической речи.</p>	10
12	Раздел 3	<p>Практическое занятие 12. Речевой этикет повседневного общения (знакомство, представление, установление и поддержание</p>	10

		контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия). Особенности диалогической речи по пройденным темам.	
13	Раздел 4	Практическое занятие 13. Грамматические и лексические трудности языка специальности: Различные варианты перевода причастий на русский язык. Причастные обороты и приемы их перевода на русский язык.	8
14	Раздел 4	Практическое занятие 14. Варианты перевода предложений в сослагательном наклонении и условных предложений. Порядок слов в предложении. Эмфатические конструкции.	8
15	Раздел 4	Практическое занятие 15. Изучение правил перевода различных форм инфинитива и инфинитивных оборотов на русский язык.	8
16	Раздел 4	Практическое занятие 16. Изучающее чтение текстов по тематике: 1) «Лаборатория» 2) «Измерения в химической лаборатории». Стилистические особенности специальной научно-технической литературы. Организация работы со специальными словарями. Понятие о реферировании и аннотировании текстов по специальности. Поиск новой информации при работе с текстами из периодических изданий и монографий, инструкций, проспектов и справочной литературы по рассматриваемой тематике	8

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- выполнение упражнений и тестовых заданий по тематике дисциплины;
- самостоятельную проработку теоретического материала по темам занятий;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу практического курса;
- подготовку к сдаче *экзамена* (4 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с

указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Как рабочая программа дисциплины "иностраный язык" требует значительно большего объема постоянной, систематической работы, чем любая рабочая программа дисциплины. Это связано с тем, что для практического овладения иностранным языком (что и является целью обучения) нужны не столько знания, сколько умения. Эти умения вырабатываются на основе лексических и грамматических навыков, которые, в свою очередь, формируются только в ходе систематического выполнения многократно повторяющихся определенных действий с учебным материалом. Поэтому одним из условий успешного овладения иностранным языком (особенно при минимальном количестве семинарских занятий - 2 часа в неделю) становится целенаправленная, самостоятельная работа учащихся.

Вовлечь учащихся в такую самостоятельную работу возможно при условии, если преподаватель, прежде всего, направляет свои усилия на формирование у учащихся положительной мотивации, т.к. только наличие устойчивого интереса к изучению иностранного языка является постоянно действующим стимулом систематической самостоятельной работы учащихся.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ в 1,2,3,4 семестрах (максимальная оценка 40 баллов за работу), выполнения практических работ в 1,2,3 семестрах (максимальная оценка 40 баллов), подготовки реферата в 1,2,3,4 семестрах (максимальная оценка 20 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* в 4 семестре (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Химия окружающей среды.
2. Основы природопользования.
3. Учение о биосфере.
4. Экологический мониторинг.
5. Проблемы экологического менеджмента.
6. Техногенные системы и экологический риск.
7. Основы промышленной экологии.
8. История химии для устойчивого развития.
9. Изотопы как трассеры природных процессов.
10. Основные проблемы химии устойчивого развития.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 4 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу дисциплины, по одной работе в семестре). Максимальная оценка за контрольную работу составляет 40 баллов (1,2,3,4 семестр) за каждую. Подготовка реферата – 20 баллов (1,2,3,4 семестр).

Раздел 1. Грамматические и лексические трудности изучаемого языка.

Контрольная работа № 1. Примеры заданий к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 40 баллов. Контрольная работа содержит 4 задания:

1 задание: Письменный перевод текста (800 печ. зн.) – **8 баллов,**

2 задание: Контроль лексики (50 лексических единиц) – **8 баллов,**

3 задание: Лексико-грамматический тест на видовременные формы английского глагола – **10 баллов**,

4 задание: беседа по одной из устных тем: About my future profession; What is chemistry? Chemistry disciplines; Chemistry and matter; Science and Scientific Methods; The research paper – **14 баллов**.

1. Письменный перевод текста:

In the world's oceans, this feedback effect might take several paths. First, as surface waters warm, they would hold less dissolved CO₂. Second, if more CO₂ were added to the atmosphere and taken up by the oceans, bicarbonate ions (HCO₃⁻) would multiply and ocean acidity would increase. Since calcium carbonate (CaCO₃) is broken down by acidic solutions, rising acidity would threaten ocean-dwelling fauna that incorporate CaCO₃ into their skeletons or shells. As it becomes increasingly difficult for these organisms to absorb oceanic carbon, there would be a corresponding decrease in the efficiency of the biological pump that helps to maintain the oceans as a carbon sink (as described in the section Carbon dioxide). Third, rising surface temperatures might lead to a slowdown in the so-called thermohaline circulation (see Ocean circulation changes), a global pattern of oceanic flow that partly drives the sinking of surface waters near the poles and is responsible for much of the burial of carbon in the deep ocean.

2. Контроль лексики – 50 лексических единиц: environment, material, averaging, medicine, to retain, to state, absorption, compound, particularly, to create, heat, waste, approximate, gasoline, activation, to cause, definition, measurement, to decrease, to arise, observation, development, to search for, error, explosive, hardness, harmful, to vary, to carry, to investigate, researcher, application, to lead, to suggest, survey, reaction, determination, to describe, rigorous, to disappear, synthesis, accompany, to achieve, fluid, technique, fiber, relationship, to find out, density, behavior.

3. Лексико-грамматический тест на видовременные формы английского глагола:

1. The scientists ... the problem in two weeks.

a) will solve b) solve c) were solving

2. He ... never ... this article.

a) has ... translated b) had ... translated c) ... translated

3. He ... just ... here.

a) - ... arrived b) had ... arrived c) has ... arrived

4. They ... at the university next year.

a) study b) will study c) studied

5. General chemistry ... the structure of matter.

a) examines b) examine c) is examining

6. He ... books very often.

a) not buy b) doesn't buy c) don't buy

7. He would like to speak to his friend before he ... out.

a) goes b) will go c) go

8. She ... at 6 o'clock.

a) gets up b) get up c) is getting up

9. Many people today ... easier lives.

a) had b) have c) will have

10. For many years chemists ... applications for renewable matter.

a) have been finding b) have found c) found

4. Беседа по устной теме: Chemistry and matter.

Раздел 2. Развитие навыков чтения тематических текстов.

Контрольная работа № 2. Примеры заданий к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 40 баллов. Контрольная работа содержит 5 заданий:

1 задание: Письменный перевод текста (1000 печ. зн.) – **15 баллов**,

- 2 задание:** Письменный перевод 10 предложений (без словаря) – **10 баллов**,
3 задание: Контроль лексики (50 лексических единиц) – **5 баллов**,
4 задание: Устный перевод текста на понимание общего содержания – **5 баллов**,
5 задание: беседа по одной из устных тем: About my future profession; What is chemistry? Chemistry disciplines; Chemistry and matter; Science and Scientific Methods; The research paper; The chemistry of tomorrow – **5 баллов**.

1. Письменный перевод текста:

Ocean circulation changes

Another possible consequence of global warming is a decrease in the global ocean circulation system known as the “thermohaline circulation” or “great ocean conveyor belt.” This system involves the sinking of cold saline waters in the subpolar regions of the oceans, an action that helps to drive warmer surface waters poleward from the subtropics. As a result of this process, a warming influence is carried to Iceland and the coastal regions of Europe that moderates the climate in those regions. Some scientists believe that global warming could shut down this ocean current system by creating an influx of fresh water from melting ice sheets and glaciers into the subpolar North Atlantic Ocean. Since fresh water is less dense than saline water, a significant intrusion of fresh water would lower the density of the surface waters and thus inhibit the sinking motion that drives the large-scale thermohaline circulation. It has also been speculated that, as a consequence of large-scale surface warming, such changes could even trigger colder conditions in regions surrounding the North Atlantic. Experiments with modern climate models suggest that such an event would be unlikely.

2. Письменный перевод предложений:

1. They said that they would take part in the meeting.
2. If I had a book, I should have done the exercise.
3. Since the content of aromatic amino acids is constant between proteins this technique can't be used.
4. If I didn't know the properties of the elements, it would be difficult to do the research.
5. I shall finish my article as soon as I get necessary data.
6. Learn the properties of the substances and verify everything lest you should get wrong data in your experiment.
7. Prepare everything well lest you should get bad results.
8. They said that the data of the research had resulted in the creation of new materials.
9. She said that she would carry out the research in a new laboratory.
10. If I saw the teacher yesterday, I would ask him about the structure of the report.

3. Контроль лексики – 50 лексических единиц: innovation, solar, approach, enough, agriculture, to suggest, hypothetical, previous, invention, species, lack in, extinction, witness, to emit, to ignite, evidence, to survive, nuclear, conceivable, nitrogen, disaster, population, chemical, consultation efficient, sustainable, the expertise, system, vessels, efficiency, futurology, challenges, scientific, steam, to require, community, society, within, engine, dismal, enough, to prevent, to result in, to consider, engineering, excellence, futuristic, technology, movement, breakthroughs.

4. Устный перевод текста на понимание общего содержания:

FUTURE FUEL: FROM YOUR SEPTIC TANK

Today, almost all the petrol and diesel we use come from petroleum. But petroleum sources are harder and harder to find. **By making sewage into oil, we can avoid both problems.**

Sewage is rich in organic matter like proteins, fats and carbohydrates (think unused or spoiled food, vegetable peels and other waste). When it is treated at municipal plants, the sewage is separated into water and sludge. The water is purified and released into nature. The sludge is detoxified and placed in landfills.

Instead, the sludge can be used for making fuel. This is just like how gobar gas is made in India. Special kinds of bacteria eat up the sludge, and release methane gas. The gas can be

collected and compressed into cylinders, like the ones we use for cooking gas. Some kinds of algae produce oil instead of gas. This oil can be distilled and used as a fuel for cars, pumps, and trucks.

Right now, this fuel is not cheap. But scientists are breeding different kind of algae that will make even more oil.

5. Беседа по устной теме: What is chemistry? Chemistry disciplines.

Раздел 3. Практика устной речи.

Контрольная работа № 3. Примеры заданий к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 40 баллов.

Контрольная работа содержит 4 задания:

1 задание: Письменный перевод текста (1000 печ. зн.) – **8 балла,**

2 задание: Письменный перевод 10 предложений (без словаря) – **8 балла,**

3 задание: Контроль лексики (50 лексических единиц) – **10 балла,**

4 задание: беседа по одной из устных тем: About my future profession; What is chemistry? Chemistry disciplines; Laboratory; Lab Safety; Laboratory of the Analytical Chemistry; From chemical science to the lab – **14 баллов.**

1. Письменный перевод текста:

Ecology or ecological science, is the scientific study of the distribution and abundance of living organisms and how these properties are affected by interactions between the organisms and their environment. The environment of an organism includes both the physical properties, which can be described as the sum of local abiotic factors like climate and geology, as well as the other organisms that share its habitat.

Ecology may be more simply defined as the relationship between living organisms and their abiotic and biotic environment or as "the study of the structure and function of nature" (Odum 1971). In this later case, structure includes the distribution patterns and abundance of organisms, and function includes the interactions of populations, including competition, predation, symbiosis, and nutrient and energy cycles.

The term ecology (*oekologie*) was coined in 1866 by the German biologist Ernst Haeckel. The word is derived from the Greek *oikos* ("household," "home," or "place to live") and *logos* ("study") – therefore, "ecology" means the "study of the household of nature." The name is derived from the same root word as *economics* (management of the household), and thus ecology is sometimes considered *the economics of nature*, or, as expressed by Ernst Haeckel, "the body of knowledge concerning the economy of nature" (Smith 1996).

2. Письменный перевод предложений:

1. Provided she had this book, she would read it.

2. After finishing our work, we went for a walk.

3. We know of the new plant having been built in this region.

4. By using this method we can get a good result.

5. If they had got the necessary equipment, they would have done their research work.

6. He hardly knows it.

7. Having carried out a series of experiments, we could obtain the necessary data.

8. The section closes with the procedural protection of property interests.

9. If I were you I wouldn't buy this car.

10. If you earn a lot of money where will you go on holiday?

3. Контроль лексики – 50 лексических единиц: to accumulate, agent, approach to, characteristics, extreme, precautions, measurement, specific, glassware, poison, entrance, apparatus, enough, cylinder, emergency, condenser, various, injury, funnel, to authorize for, requirement, safety goggles, vessel, intensity, facilities, accident, source, to avoid, ventilator, fumes, beaker, explosive, bottom, quartz, flammable, burette, to eliminate, clay, crucible, vapor, graduated, desiccators, bulb, first-aid, immediately, burner, stopper, flask, fire extinguisher, hazard.

4.Беседа по устной теме: Lab Safety.

Раздел 4. Особенности языка специальности.

Контрольная работа № 4. Примеры заданий к контрольной работе № 4. Максимальная оценка – 40 баллов.

Контрольная работа содержит 4 задания:

1 задание: Письменный перевод текста (1000 печ. зн.) – **8 балла,**

2 задание: Лексико-грамматический тест: – **8 балла,**

3 задание: Устный перевод текста (без словаря) на понимание общего содержания (600 печ. зн.) – **10 балла,**

4 задание: беседа по одной из устных тем: About my future profession; What is chemistry? Chemistry disciplines; Laboratory; Lab Safety; Laboratory of the Analytical Chemistry; From chemical science to the lab; Chemistry and matter; The chemistry of tomorrow; Technology; The Periodic Table – **14баллов.**

1.Письменный перевод текста:

HOME CHEMISTRY LAB

How to set up a home chemistry lab

Chemistry is science that usually involves laboratory experiments and projects. You may want to set up a home chemistry lab to aid in your investigations. How do you do it? Here's some advice for setting up your own home chemistry lab.

1. Define Your Lab Bench

In theory, you could do your chemistry experiments anywhere, but if you live with other people you need to let them know which area contains projects which may be toxic or shouldn't be disturbed. There are other considerations, too, such as spill containment, ventilation, access to power and water, and fire safety. Common home locations for a chemistry lab include a garage, a shed, an outdoor grill and table, a bathroom, or a kitchen counter. I work with a fairly benign set of chemicals, so I use the kitchen for my lab. One counter is jokingly referred to as 'the counter of science'. Anything on this counter is considered off-limits by family members. It is a "do not drink" and "do not disturb" location.

2. Лексико-грамматический тест:

1.Dmitri Mendeleev produced a table based on atomic weights but ... 'periodically' with elements with similar properties under each other.

a) arranges b) arrange c) arranged

2.The most celebrated discoveries of William Ramsay ... in inorganic chemistry.

a) was made b) were made c) has made

3.Lavoisier made many fundamental contributions ... the science of chemistry.

a) of b) on c) to

4.Avogadro reasoned that simple gases ... of solitary atoms but were instead compound molecules of two or more atoms.

a) were not formed b) was not formed c) not formed

5.The revolution in chemistry which the scientist brought ... was a result of a conscious effort to fit all experiments into the framework of a single theory.

a) on b) about c) at

6.While ..., she corrected multiple errors.

a) had translated b) translate c) translating

7.Some elements are found only in trace amounts and were synthesized in laboratories before ... in nature.

a) is found b) was found c) being found

8.Increasing the density of particles adds more and more particles to each group, the distance between them ... the same.

a) being b) were c) have been

9.An atom can ... by removing one of its electrons.

a) be ionized b) ionized c) having been ionized

10. Valency is the combining ... of an element.

a) product b) power c) point

3. Устный перевод текста (без словаря):

Gather Lab Equipment

You can order the usual chemistry lab equipment from a scientific supply company that sells to the general public, but many experiments and projects can be conducted using home equipment, like measuring spoons, coffee filters, glass jars, and string.

Separate Home from Lab

Many of the chemicals you might use can be safely cleaned from your kitchen cookware. However, some chemicals pose too great a health risk (e.g., any compound containing mercury). You may wish to maintain a separate stock of glassware, measuring utensils, and cookware for your home lab. Keep safety in mind for clean-up, too. Take care when rinsing chemicals down the drain or when disposing of paper towels or chemicals after your experiment has been completed.

4. Беседа по устной теме: The Periodic Table.

8.3. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (4 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. 1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

Примерный перечень вопросов:

1. Лексическая система языка.
2. Слово как важнейшая, относительно самостоятельная единица языка. Слово и его дефиниции. Обобщающая функция слова.
3. Лексическое значение слова. О понятии «лексика».
4. Науки, изучающие лексику (лексикология, семасиология, лексикография, фразеология, этимология и др.).
5. Пути пополнения лексики: развитие полисемии, заимствования, в том числе калькирование, словообразование.
6. Историческое изменение словарного состава языка. Этимология. Фразеология.
7. Лексикография. Основные типы лингвистических словарей.
8. Строение словарной статьи толкового и двуязычного словаря. Содержание словарной статьи.
9. Грамматический строй языка.
10. Основные единицы грамматического строя языка. Структура слова и словообразование.
11. Грамматическое значение и его формальные показатели.
12. Полифункциональность грамматических форм и взаимодействие грамматики с лексикой. Способы и средства выражения грамматических значений.
13. Грамматическая категория. Словоизменяемые и несловоизменяемые категории.
14. Классификации языков.
15. Принципы классификации языков: географический, культурно-исторический, этногенетический, типологический и др.
16. Индоевропейская языковая семья, её основные группы. Языки мёртвые и живые.
17. Праязык-основа. О прародине индоевропейского языка-основы.

18. Взаимодействие лингвистики с археологией, историей, этнографией и другими науками.

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

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (4 семестр)

Экзамен по дисциплине «*Иностранный язык*» проводится в 4 семестре (очная форма обучения) и включает контрольные вопросы по разделам 1-4 учебной программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **экзамена**:

<p>«<i>Утверждаю</i>» Заведующая кафедрой иностранного языка (Должность, наименование кафедры) Кузнецова Т.И. (Подпись) (И. О. Фамилия) «<u> </u>» <u> </u> 202<u> </u> г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра иностранных языков</p>
	<p>18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии Профиль – «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика»</p>
<p>Иностранный язык</p>	
<p>Билет № 1</p>	
<p>1. Письменный перевод текста с английского языка на русский.</p>	
<p>2. Устный перевод отрывка текста (с листа).</p>	
<p>3. Сообщение и беседа по одной из пройденных тем Ответы на вопросы.</p>	

1. Вопрос. Выполните письменный перевод текста с английского языка на русский (со словарем).

The term ecology is sometimes confused with the term environmentalism. Environmentalism is a social movement aimed at the goal of protecting natural resources or the environment, and which may involve political lobbying, activism, education, and so forth. Ecology is the science that studies living organisms and their interactions with the environment. As such, ecology involves scientific methodology and does not dictate what is "right" or "wrong." However, findings in ecology may be used to support or counter various goals, assertions, or actions of environmentalists.

Consider the ways an ecologist might approach studying the life of honeybees:

- The behavioural relationship between individuals of a species is behavioural ecology—for example, the study of the queen bee, and how she relates to the worker bees and the drones.

- The organized activity of a species is community ecology; for example, the activity of bees assures the pollination of flowering plants. Bee hives additionally produce honey, which is consumed by still other species, such as bears.

- The relationship between the environment and a species is environmental ecology—for example, the consequences of environmental change on bee activity. Bees may die out due to environmental changes. The environment simultaneously affects and is a consequence of this activity and is thus intertwined with the survival of the species.

2. Вопрос. Выполните устный перевод отрывка текста (с листа).

Hydroxide

Hydroxide is a chemical compound that contains the hydroxyl (-OH) radical. The term refers especially to inorganic compounds. Organic compounds that have the hydroxyl radical as a functional group are called alcohols; the hydroxyl radical is also present in the carboxyl group of organic acids. Most metal hydroxides are bases, forming solutions that have an excess of OH⁻ ions and a pH greater than 7, they neutralize acids, and change the colour of litmus from red to blue. Alkali metal hydroxides such as sodium hydroxide are considered to be strong bases and are very soluble in water; alkaline-earth metal hydroxides such as calcium hydroxide are much less soluble in water and are not as strongly basic. Magnesium hydroxide is only slightly basic. Some hydroxides (e.g., aluminium hydroxide) exhibit amphotericism¹, having either acidic or basic properties depending on the reaction in which they are involved. The hydroxides of some non-metallic elements are acidic; the hydroxide of sulphur, S(OH)₆, spontaneously loses two molecules of water to form sulphuric acid, H₂SO₄. Ammonium hydroxide, NH₄OH, is a weak base known only in the solution that is formed when the gas ammonia, NH₃, dissolves in water.

3. Вопрос: Беседа по теме: Mendeleev University.

1. Speak about the foundation and structure of the university.

2. What kind of subjects do you study?

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Английский язык для химиков – технологов: учебно-методический комплекс в 2 ч.: учеб. пособие/. Кузнецова Т. И. Воловикова Е. В. Кузнецов И. А.; под ред. Т. И. Кузнецовой – М.: М. РХТУ, 2017 г. Ч.1. Практикум. - 272 с.

2. Английский язык для химиков – технологов: учебно-методический комплекс в 2 ч.: учеб. пособие/. Кузнецова Т. И. Воловикова Е. В. Кузнецов И. А.; под ред. Т. И. Кузнецовой – М.: М. РХТУ, 2017 г. Ч.2. Грамматический минимум. Справочные материалы. - 148 с.

3. Кузнецов, И. А., Кузнецова, Т. И., Дистанционный образовательный электронный курс «Английский язык для профессиональной коммуникации» размещённый в ЭСУО Moodle [Электронный ресурс]: учебное пособие / И. А. Кузнецов, Т. И. Кузнецова — Электрон. дан. — Москва: РХТУ, 2018.

4. Кузьменкова, Ю. Б. Английский язык для технических направлений (А1): учебное пособие для вузов / Ю. Б. Кузьменкова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 207 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11608-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/495261> (дата обращения: 08.02.2022).

5. Беляева, И. В. Иностранный язык в сфере профессиональной коммуникации: комплексные учебные задания [Электронный ресурс]: учебное пособие / И. В. Беляева, Е. Ю. Нестеренко, Т.И. Сорогина. — Электрон. дан. — Москва: ФЛИНТА, 2017. — 132 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/92749>.

6. Английский язык для естественно-научных направлений: учебник и практикум для вузов / Л. В. Полубиченко, Е. Э. Кожарская, Н. Л. Моргун, Л. Н. Шевырдяева; под редакцией Л. В. Полубиченко. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 311 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15168-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489569> (дата обращения: 08.02.2022).

Б. Дополнительная литература

1. Англо-русский словарь химико-технологических терминов / Е. С. Бушмелева, Л. К. Генг, А. А. Карпова, Т. П. Рассказова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 132 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08001-8. — Текст: электронный //

Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493385> (дата обращения: 08.02.2022).

2. Стогниева, О. Н. Английский язык для ИТ-направлений. English for Information Technology: учебное пособие для вузов / О. Н. Стогниева. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 143 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07849-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492791> (дата обращения: 08.02.2022).

3. Краснова, Т. И. Английский язык для специалистов в области интернет-технологий. English for Internet Technologies: учебное пособие для вузов / Т. И. Краснова, В. Н. Вичугов. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 205 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8573-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490272> (дата обращения: 08.02.2022).

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

– <http://www.openet.ru> – Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ;

– <http://window.edu.ru/> – Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»;

– <http://fepo.i-exam.ru> – ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС;

– <https://muctr.ru> – Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, D.Mendeleev University of Chemical Technology of Russia. Учебные планы и программы;

– <http://www.translators-union.ru> – портал Союз переводчиков России (СПР);

– <http://www.russian-translators.ru> – Национальная лига переводчиков;

– <http://www.internationalwriters.com> – The Translator's Tool Box.

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

– <http://doaj.org/> – Directory of Open Access Journals (DOAJ); ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира;

– <https://www.doabooks.org/> – Directory of Open Access Books (DOAB); в базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами;

– <https://www.biomedcentral.com/> – BioMed Central; база данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе;

– <https://arxiv.org/> – электронный ресурс arXiv; крупнейшим бесплатным архивом электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев;

– <http://www.mdpi.com/> – коллекция журналов MDPI AG; междисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе;

– <http://www.intechopen.com/> – издательство с открытым доступом InTech; первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе,

около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни;

– <http://www.chemspider.com/> – база данных химических соединений ChemSpider; ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry);

– <http://journals.plos.org/plosone/> – Коллекция журналов PLOS ONE; PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование;

– <http://www.uspto.gov/> – US Patent and Trademark Office (USPTO); Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время;

– <http://worldwide.espacenet.com/> – Espacenet - European Patent Office (EPO); Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

– http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru – Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС).

Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

– Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.

– Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.

– Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.

– Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

– компьютерные презентации интерактивных практических занятий;

– банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов -300);

– банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов 300).

– онлайн-курс в LMS Moodle "Английский язык для профессиональной коммуникации" (<https://moodle.muctr.ru/course/view.php?id=192>) аудиозаписи текстов, предусмотренных в программе для чтения и перевода в процессе обучения.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2022 составляет 1 719 785 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные

периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Иностранный язык*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет. Компьютерный класс, оргтехника, теле-, аудио - и видеоаппаратура; мультимедийный проектор, широкоформатный экран.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам занятий.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копируемые аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

- информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам занятий;
- электронные презентации к разделам занятий; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде;
- кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

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

		<p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань»</p> <p>Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3825/2021</p> <p>Сумма договора – 283744-98</p> <p>С 26.09.2021 по 25.09.2022</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com</p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	<p>«Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Физика» - изд-ва «ЛАНЬ», а также отдельные издания из других коллекций издательства «ЛАНЬ» в соответствии с Договором.</p>
2	<p>Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)</p>	<p>Принадлежность – собственная РХТУ.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/</p> <p>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера</p>	<p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>
3	<p>Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»</p>	<p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека</p> <p>Договор от 24.12.2021 № SU-364/2021/33.03-Р-3.1-4085/2021</p> <p>Сумма договора – 1 309 275-00</p> <p>С 01.01.2022 по 31.12.2022</p> <p>Ссылка на сайт – http://elibrary.ru</p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам</p>	<p>Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.</p>

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

		<p>00</p> <p>С 16.03.2022 по 15.03.2023</p> <p>Ссылка на сайт – http://www.studentlibrary.ru</p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	
7	Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»	<p>Принадлежность – сторонняя ООО «ЗНАНИУМ» Договор от 06.04.2022 № 48 эбс/33.03-Р-3.1-4378/2022</p> <p>Сумма договора – 31 500-00</p> <p>С 06.04.2022 по 05.04.2023</p> <p>Ссылка на сайт – https://znanium.com/</p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>	Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.
8	Информационно-аналитическая система Science Index	<p>Принадлежность – сторонняя ООО «Научная электронная библиотека»</p> <p>Договор от 11.04.2022 № 33.03-Л-3.1-4376/2022</p> <p>Сумма договора – 108 000-00</p> <p>С 11.04.2022 по 10.04.2023</p> <p>Ссылка на сайт – http://elibrary.ru</p> <p>Количество ключей –</p>	Систематизация, корректировка профилей ученых РХТУ и университета в целом. Анализ публикационной активности сотрудников университета.

	локальный доступ для сотрудников ИБЦ.	
--	---------------------------------------	--

А также всевозможные одноязычные и двуязычные книжные и электронные словари, справочники, программы поиска информации:

- АBBYY Lingvo 12 «Многоязычная версия» – электронные словари;
- Многоязычный электронный словарь «МультиЛекс Делюкс б»;
- Компьютерная программа Sound Forge (аудио редактор) для воспроизведения, составления и редактирования аудио текстов;
- PROMT Expert 8.0 – система для профессионального перевода документов;
- Средства звукозаписи (предпочтительно – цифровой диктофон или планшетный компьютер) помогают студенту осуществлять самоконтроль в процессе обучения устной речи
- онлайн-курс в LMS Moodle "Английский язык для профессиональной коммуникации" (<https://moodle.muctr.ru/course/view.php?id=192>).

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов.

Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996.

Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005.

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

Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010.

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

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

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

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

Архив журналов Королевского химического общества (RSC). 1841-2007.

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
3.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath 	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
4.	O365ProPlusOpen Fclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Да
5.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса –	Контракт № 90-133ЭА/2021	12 месяцев (ежегодное продление)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в	Нет

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	Стандартный Russian Edition.	от 07.09.2021	подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	
6.	O365ProPlusOpen Students ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Да
7.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)
8.	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) ABBYY Lingvo (многоязычная)	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	5 лицензий	бессрочно	Да
9.	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10,	5 лицензий	бессрочно	Да

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	программу для ЭВМ) Promt standard Гигант	Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10			
10.	Антиплагиат. ВУЗ	Контракт от 15.06.2021 № 42-62ЭА/2021	не ограничено, лимит проверок 15000	19.05.2022	Да

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Грамматические и лексические трудности изучаемого языка.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели; – пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – работать с оригинальной литературой на иностранном языке. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основами реферирования и аннотирования литературы на изучаемом иностранном языке. 	<p>Оценка за контрольную работу № 1 (1 семестр)</p> <p>Оценка за реферат (1 семестр)</p> <p>Оценка за выполнение практических работ (1 семестр)</p>
<p>Раздел 2. Развитие навыков чтения тематических текстов.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели; – пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – работать с оригинальной литературой на иностранном языке; – работать со словарем. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – иностранным языком на уровне межличностного и межкультурного общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи; – основами реферирования и аннотирования литературы на изучаемом иностранном языке. 	<p>Оценка за контрольную работу №2 (2 семестр)</p> <p>Оценка за реферат (2 семестр)</p> <p>Оценка за выполнение практических работ (2 семестр)</p>

<p>Раздел 3. Практика устной речи.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели; – русские эквиваленты основных слов и выражений речи в процессе межличностного и межкультурного взаимодействия. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – вести речевую деятельность применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – иностранным языком на уровне межличностного и межкультурного общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи. 	<p>Оценка за контрольную работу № 3 (3 семестр)</p> <p>Оценка за реферат (3 семестр)</p> <p>Оценка за выполнение практических работ (3 семестр)</p>
<p>Раздел 4. Особенности языка специальности.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – русские эквиваленты основных слов и выражений речи в процессе межличностного и межкультурного взаимодействия; – основные приемы и методы реферирования и аннотирования литературы; – пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами; – приемы работы с оригинальной литературой на иностранном языке. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – работать с оригинальной литературой на иностранном языке; – работать со словарем; – вести переписку на изучаемом языке с целью межличностного и межкультурного взаимодействия. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – иностранным языком на уровне межличностного и межкультурного общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации, 	<p>Оценка за контрольную работу № 4 (4 семестр)</p> <p>Оценка за реферат (4 семестр)</p> <p>Оценка за <i>экзамен</i></p>

	основами публичной речи; – основами реферирования и аннотирования литературы на изучаемом иностранном языке.	
--	---	--

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Иностранный язык»**

основной образовательной программы

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии
и биотехнологии

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Основные процессы химических производств и химическая кибернетика»
наименование ООП

Форма обучения: очная

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

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



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

Ф.А. Колоколов

» _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Интегрированные системы управления химическими производствами»

Направление подготовки – 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки – «Основные процессы химических производств и хи-
мическая кибернетика»

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«19» июня 2023 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2023

Программа составлена

д.т.н., профессором кафедры кибернетики химико-технологических процессов
А.Ф. Егоровым,
к.т.н., доцентом кафедры кибернетики химико-технологических процессов
П.Г. Михайловой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов «26» апреля 2023 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) – бакалавриат по направлению подготовки **18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**, рекомендациями Методической комиссии Ученого совета и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой кибернетики химико-технологических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Интегрированные системы управления химическими производствами»** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)» и является дисциплиной по выбору студента. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области таких дисциплин как «Информатика», «Вычислительная математика», «Методы кибернетики химико-технологических процессов», «Системы управления химико-технологическими процессами», «Современные технологии автоматизации химико-технологических процессов» и аналогичных дисциплинах других направлений подготовки бакалавров.

Цель дисциплины – научить студентов теоретическим знаниям в области создания автоматизированных систем управления производственными и технологическими процессами, теоретическим основам составления математических моделей и методов решения задач технико-экономического и календарного планирования.

Задачи дисциплины:

- обучение студентов теоретическим основам в области разработки интегрированных систем управления химическими производствами (ИСУ ХП) и взаимодействия отдельных подсистем ИСУ ХП, находящихся в иерархической взаимосвязи;
- обучение способам словесной и математической постановки задач технико-экономического и календарного планирования;
- обучение практическим навыкам решения задач технико-экономического планирования, формулируемых как задачи линейного программирования;
- обучение теоретическим основам разработки автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) с использованием современных технологий автоматизации;
- обучение практическим навыкам проектирования АСУ ТП и имитационного моделирования автоматических систем регулирования (АСР) в среде систем сбора данных и диспетчерского управления (SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)-систем).

Дисциплина **«Интегрированные системы управления химическими производствами»** преподается в 8-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-1. Способен обеспечивать проведение технологического процесса в соответствии с регламентом, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ПК-1.2. Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-
			ПК-1.7. Знает основные понятия теории управления технологическими процессами; статические и динамические характеристики объектов и звеньев управления; основные виды систем автоматического регулирования и законы управления; типовые системы автоматического управления в химической промышленности; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров	
			ПК-1.8. Умеет определять основные статические и	

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
			<p>динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса</p> <p>ПК-1.9. Владеет методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов</p>	<p>исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).</p>
Технологический тип задач профессиональной деятельности				
<p>Исследование и разработка средств и систем автоматизации и управления различного назначения, в том числе жизненным циклом продукции и ее качеством применительно к конкретным условиям производства на основе отечественных и международных</p>	<p>Химическое, химико-технологическое производство</p> <p>- Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-</p>	<p>ПК-5. Способен проводить расчеты и выбирать средства автоматизации и управления технологическими процессами и системами в области профессиональной деятельности</p>	<p>ПК-5.1. Знает основные этапы анализа и синтеза одно- и многоконтурных систем автоматического регулирования химико-технологических процессов</p> <p>ПК-5.2. Умеет составлять базовую схему регулирования химико-технологического процесса с использованием принятых обозначений, использовать</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.057 "Специалист по автоматизированным системам управления машиностроительным предприятием" утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28.09.2020 N 658н Обобщенная трудовая функция С. Разработка АСУП.</p>

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
нормативных документов	конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).		<p>современные программно-аппаратные средства автоматизированного управления</p> <p>ПК-5.3. Владеет методами расчета, сравнения и выбора оптимальных схем регулирования технологических процессов с использованием специализированного программного обеспечения.</p>	<p>С/01.6. Определение целесообразности автоматизации процессов управления в организации (уровень квалификации – 6)</p> <p>С/02.6. Разработка информационного обеспечения АСУП (уровень квалификации – 6)</p> <p>D/01.6. Обработка данных о функционировании производственных подсистем АСУП (уровень квалификации – 6)</p> <p>D/02.6. Обработка данных о состоянии материальной базы АСУП (уровень квалификации – 6).</p>

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные понятия в области создания и функционирования интегрированных систем управления химическими производствами;
- математические модели и методы решения задач технико-экономического и календарного планирования;
- основные функциональные возможности, программные средства SCADA-систем.

Уметь:

- решать задачи технико-экономического и календарного планирования с использованием аналитических методов и программных средств;
- разрабатывать проекты АСУ ТП в среде SCADA-систем.

Владеть:

- навыками использования методов и средств линейного программирования для решения задач технико-экономического и календарного планирования;
- навыками использования инструментальных программных средств SCADA-систем для проектирования систем управления.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,7	96	72
Лекции	0,45	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	0,9	32	24
Курсовая работа (практические занятия)	0,9	32	24
Самостоятельная работа	2,3	84	63
Контактная самостоятельная работа	2,3	0.4	0.3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		83.6	62.7
Вид контроля:	Зачет с оценкой		
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0.4	0.3
Подготовка к экзамену.		35.6	26.7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов									
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лаб. работы	Курсовая работа (практические занятия)	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
	Введение	1		0,5		-		-	-		0,5
1.	Раздел 1. Структура и функциональные возможности интегрированных систем управления химическими производствами	37,5		5,5		2		-	-		30
1.1	Иерархическая структура интегрированных автоматизированных систем управления химическими производствами	9,5		1,5		-		-	-		8
1.2	Автоматизированные системы управления производственными процессами (АСУ ПП)	10		2		-		-	-		8
1.3	Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП)	18		2		2		-	-		14
2.	Раздел 2. Модели и методы решения задач планирования производственных процессов	77,5		8		14		-	32		23,5

2.1	Математическая постановка задач технико-экономического и календарного планирования	29,5		4		6		-	14		5,5
2.2	Методы решения задач технико-экономического и календарного планирования	48		4		8		-	18		18
3.	Раздел 3. Системы сбора данных и оперативного диспетчерского управления – SCADA-системы	63,5		1,5		-		32-	-		30
3.1	Основные функциональные возможности SCADA-систем	5,5		0,5		-		-	-		5
3.2	Программные средства и использование SCADA-систем для проектирования АСУ ТП	5,5		0,5		-		-	-		5
3.3	Система сбора данных и диспетчерского управления TRACE MODE	52,5		0,5		-		32	-		20
	Заключение	0,5		0,5		-		-	-		
	ИТОГО	180		16		16		32	32		120
	Экзамен	36									
	ИТОГО	216									

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Цели и задачи курса. Краткий исторический очерк создания. Основные понятия, определения, терминология.

Раздел 1. Структура и функциональные возможности интегрированных систем управления химическими производствами

1.1. Иерархическая структура интегрированных систем управления химическими производствами. Структура и функциональные возможности интегрированных систем управления крупнотоннажными непрерывными и многоассортиментными гибкими химическими производствами.

1.2. Автоматизированные системы управления производственными процессами (АСУ ПП). Основные функциональные возможности АСУ ПП. Сбор и хранение данных; управление производственными процессами, ресурсами и фондами; оперативное планирование; управление качеством продукции и др. Примеры реализации АСУ ПП в химической промышленности.

1.3. Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП). Этапы развития. Архитектура, функции, режимы работы. Технические средства АСУ ТП: классификация, функциональные, технологические, метрологические и конструктивные требования к выбору. Контроллеры ввода/вывода: структура, назначение модулей аналогового и дискретного ввода/вывода. Программируемые логические контроллеры (ПЛК): функции, обобщенная архитектура, классификация; языки программирования, основные производители. Промышленные сети передачи данных: понятие, виды, сравнительная характеристика основных топологий, протоколы обмена информацией, уровни организации взаимодействия, стандарты промышленных сетей. Промышленные компьютеры: особенности исполнения, функции, используемые операционные системы, основные производители. Реализация функций АСУ ТП с использованием веб-технологий.

Раздел 2. Модели и методы решения задач планирования производственных процессов

2.1. Математическая постановка задач технико-экономического и календарного планирования.

Классификация задач планирования. Основные уровни и задачи планирования работы химических производств: долгосрочный (прогнозирование и технико-экономическое планирование), среднесрочный (оптимальное календарное планирование). Словесная формулировка и математическая постановка задач технико-экономического и календарного планирования химических производств. Экономико-математические модели.

2.2. Методы решения задач технико-экономического и календарного планирования.

Расчет оптимальной производственной программы – задача линейного программирования. Графический, аналитический и численные методы решения задач технико-экономического планирования. Методы решения задач линейного программирования при одном критерии оптимизации, в условиях неопределенности и в многокритериальной постановке.

Раздел 3. Системы сбора данных и оперативного диспетчерского управления – SCADA-системы

3.1. Основные функциональные возможности SCADA-систем. SCADA-системы: определение и основные функции. Человекомашинный интерфейс: понятие, особенности и этапы разработки, маркировка и обозначения органов управления и контрольных устройств, правила кодирования информации. Мнемосхема технологического объекта: общие эргономические требования. Технические и эксплуатационные характеристики для оценки функциональности SCADA-систем.

3.2. Программные средства и использование SCADA-систем для проектирования АСУ ТП. Основные этапы проектирования АСУ ТП с использованием SCADA-систем. Управление через сеть Интернет. Обзор наиболее распространенных отечественных и зарубежных SCADA-систем.

3.3. Система сбора данных и диспетчерского управления TRACE MODE. Интегрированная информационная система для управления промышленным производством TRACE MODE. Основные понятия. Функциональная структура. Основные характеристики, состав и назначение отдельных модулей. Опыт использования в различных областях промышленности. Структура проекта в TRACE MODE. Компоненты проекта: узел, канал, атрибут. Аргументы. Создание каналов в узлах проекта, связь с источниками/приемниками данных. Автопостроение. Математический аппарат TRACE MODE: языки программирования алгоритмов управления, особенности применения. Редактор программ. Редактор аргументов. Переменные, константы, функции. Типы данных. Редактор графических экранов TRACE MODE: экраны, слои, графические элементы, графические объекты.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1.	– основные понятия в области создания и функционирования интегрированных систем управления химическими производствами;	+		
2.	– математические модели и методы решения задач технико-экономического и календарного планирования;		+	
3.	– основные функциональные возможности, программные средства SCADA-систем.			+
	Уметь:			
4.	– решать задачи технико-экономического и календарного планирования с использованием аналитических методов программных средств;		+	
5.	– разрабатывать проекты АСУ ТП в среде SCADA-систем.			+
	Владеть:			
6.	– навыками использования методов и средств линейного программирования для решения задач технико-экономического и календарного планирования;		+	
7.	– навыками использования инструментальных программных средств SCADA-систем для проектирования системы управления.			+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:				
	Код и наименование ПК (перечень из п.2)	Код и наименование индикатора достижения ПК (перечень из п.2)		
8.	ПК-1. Способен обеспечивать проведение технологического процесса в соответствии с регламентом, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ПК-1.2. Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	+	+
ПК-1.7. Знает основные понятия теории управления технологическими процессами; статические и динамические характеристики объектов и звеньев управления; основные виды систем автоматического регулирования и законы управления; типовые системы автоматического управления в химической промышленности; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров		+	+	
ПК-1.8. Умеет определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для		+	+	

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
		диагностики химико-технологического процесса		
		ПК-1.9. Владеет методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов	+	+
9.	ПК-5. Способен проводить расчеты и выбирать средства автоматизации и управления технологическими процессами и системами в области профессиональной деятельности	ПК-5.1. Знает основные этапы анализа и синтеза одно- и многоконтурных систем автоматического регулирования химико-технологических процессов	+	+
ПК-5.2. Умеет составлять базовую схему регулирования химико-технологического процесса с использованием принятых обозначений, использовать современные программно-аппаратные средства автоматизированного управления		+	+	
ПК-5.3. Владеет методами расчета, сравнения и выбора оптимальных схем регулирования технологических процессов с использованием специализированного программного обеспечения.		+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.3	Разработка функциональной схемы автоматизации на примере регулирования температурного режима в ректификационной колонне	2
2	2.1	Постановка и решение задачи технико-экономического планирования для выпуска двух продуктов с использованием графического метода	6
3	2.2	Постановка и решение задачи технико-экономического планирования для выпуска пяти продуктов с использованием симплекс-метода	8

6.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «**Интегрированные системы управления химическими производствами**», а также дает знания о разработке и моделировании алгоритмов управления установками химических производств с использованием интегрированной среды разработки TRACE MODE.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 45 баллов (максимально по 15 балла за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	3.3	Изучение основных функций интегрированной среды разработки TRACE MODE. Создание структуры проекта, разработка графического интерфейса (мнемосхемы) операторских станций. Создание аргументов экрана. Изучение процедуры автопостроения каналов	12
2		Разработка управляющих программ на языке Techno FBD (Function Block Diagram – функциональных блок-диаграмм) (реализации математической модели АСР). Создание модели объекта. Создание FBD-программы регулятора. Создание аргументов программы. Организация вызова программ, автопостроение каналов с помощью редактора аргументов, автоматическая привязка аргументов к атрибутам каналов	10
3		Имитационное моделирование работы синтезированной в TRACE MODE АСР и подбор оптимальных параметров настройки регуляторов по показателям качества переходных процессов. Выбор технических средств (первичных средств автоматизации, контроллеров ввода/вывода и ПЛК)	10

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Интегрированные системы управления химическими производствами» предусмотрена самостоятельная работа студента бакалавриата в объеме 120 часов (подготовка к экзамену – 36 часов). Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала и подготовку к выполнению лабораторных работ по разделам дисциплины;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- оформление отчетов по лабораторным и курсовой работе;
- подготовку к сдаче экзамена и лабораторного практикума по дисциплине.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

По дисциплине «Интегрированные системы управления химическими производствами» предусмотрены следующие баллы текущего контроля освоения дисциплины:

- Лабораторная работа №1(раздел 3) – 15 баллов;
- Лабораторная работа №2 (раздел 3) – 15 баллов;
- Лабораторная работа №3 (раздел 3) – 15 баллов;
- Реферат – 15 баллов.

Формой контроля выполнения курсовой работы является зачет с оценкой. Максимальная сумма баллов, которые могут быть набраны в семестре, составляет 60 баллов в соответствии с принятой в РХТУ им. Д.И. Менделеева рейтинговой системой оценки. В целом, отчет по курсовой работе оценивается, исходя из максимально возможных 60 баллов. Предусмотрены следующие баллы текущего контроля:

- Теоретическая часть – 15 баллов;
- Практическая часть – 35 баллов;
- Выводы – 4 балла;
- Оформление отчета – 6 баллов.

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Максимальная оценка за реферат – 15 баллов.

1. Современное состояние в области разработки автоматизированных систем управления технологическими процессами (химическая и смежные отрасли промышленности).
2. Обзор программно-технических комплексов, предназначенных для создания автоматизированных систем управления технологическими процессами.
3. Обзор аппаратно-программных средств Arduino и их использования для создания систем автоматики.
4. Интеллектуальные датчики. Понятие и обзор.
5. Современные технические средства реализации систем противоаварийной защиты промышленных установок.
6. Резервированные контроллеры для автоматизации непрерывных технологических процессов.
7. Обзор производителей запорной и регулирующей трубопроводной арматуры

для нефтяной, газовой, химической промышленности.

8. Обзор отечественных производителей контрольно-измерительных приборов (КИП).

9. Тенденции развития промышленных контроллеров.

10. Обзор отечественных организаций, занимающихся промышленной автоматизацией производства.

11. Индустрия 4.0. Понятие и современное состояние на предприятиях химического комплекса РФ.

12. Промышленный Internet вещей – основа четвертой промышленной революции.

13. Современные промышленные сетевые архитектуры в нефтехимической, химической, газовой промышленности.

14. Современное состояние технологии Industrial Ethernet.

15. Обзор функциональных возможностей программного продукта AllFusion Process Modeler 7 (Bpwin) для анализа и моделирования бизнес-процессов в стандарте IDEF0 (Integrated DEFinition), IDEF3, DFD.

16. Примеры практического использования программы AllFusion Process Modeler 7 (Bpwin) для моделирования бизнес-процессов в химической и смежных отраслях промышленности.

17. Обзор программного обеспечения для моделирования бизнес-процессов.

18. CALS-технологии (Continuous Acquisition and Life cycle Support — непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла) и их использование в химической промышленности.

19. ERP-системы (Enterprise Resource Planning – планирование ресурсов предприятия). Функции и программные продукты.

20. Современные тенденции развития ERP-систем.

21. Обзор функциональных возможностей интегрированной системы управления предприятием Галактика ERP и примеры её практического использования в химической и смежных отраслях промышленности.

22. 1С:ERP Управление предприятием – обзор функциональных возможностей и опыт внедрения.

23. MES-системы (Manufacturing Execution System – производственная исполнительная система). Функции и программные продукты.

24. Обзор отечественных и зарубежных SCADA-систем.

25. Опыт внедрения SCADA-системы Trace Mode в различных отраслях промышленности.

26. MasterSCADA – обзор функциональных возможностей и опыт внедрения в различных отраслях промышленности.

27. Обзор функциональных возможностей инструментального программного комплекса промышленной автоматизации CODESYS (*Controller Development System*).

28. Обзор отечественных и зарубежных лабораторных информационных менеджмент-систем (ЛИМС).

29. Опыт практического использования ЛИМС в химической и смежных отраслях промышленности.

30. Plant Information System (PI System) – информационная система предприятия. Функции и программные продукты.

31. Интегрированные информационные системы управления процессами нефтепереработки.

32. Информационные системы для технического обслуживания и ремонта в химической промышленности.

33. Информационные системы управления складами.

34. Применение методологии ARIS (Architecture of Integrated Information Systems - Архитектура интегрированных информационных систем) для моделирования бизнес-

процессов организации.

35. Методология структурного анализа и проектирования сложных систем (бизнес-процессов организации) SADT (Structured Analysis and Design Technique – Технология структурного анализа и проектирования).

36. Методы реинжиниринга бизнес-процессов.

37. Примеры решения задач технико-экономического планирования в различных отраслях промышленности.

38. SVT (Substance Volume Tracking) – контроль веществ в поставках. Понятие и реализация в модуле SAP EHS.

39. Системы усовершенствованного управления технологическими процессами. Понятие и примеры практических разработок.

40. Обзор программных средств разработки и моделирования систем автоматического и автоматизированного управления.

8.2. Примеры лабораторных работ для текущего контроля освоения дисциплины

Раздел 3. Комплекс лабораторных работ «Моделирование алгоритмов управления установками химических производств с использованием интегрированной среды разработки TRACE MODE»

Лабораторная работа 1. Изучение основных функций интегрированной среды разработки TRACE MODE. Создание структуры проекта, разработка графического интерфейса (мнемосхемы) операторских станций. Создание аргументов экрана. Изучение процедуры автопостроения каналов. Максимальная оценка – 15 баллов.

Лабораторная работа 2. Разработка управляющих программ на языке Techno FBD (Function Block Diagram – функциональных блок-диаграмм) (реализации математической модели АСР). Создание модели объекта. Создание FBD-программы регулятора. Создание аргументов программы. Организация вызова программ, автопостроение каналов с помощью редактора аргументов, автоматическая привязка аргументов к атрибутам каналов. Максимальная оценка – 15 баллов.

Лабораторная работа 3. Имитационное моделирование работы синтезированной в TRACE MODE АСР и подбор оптимальных параметров настройки регуляторов по показателям качества переходных процессов. Выбор технических средств (первичных средств автоматизации, контроллеров ввода/вывода и ПЛК). Максимальная оценка – 15 баллов.

Типовые задания по лабораторным работам

Комплекс лабораторных работ «Моделирование алгоритмов управления установками химических производств с использованием интегрированной среды разработки TRACE MODE»

Вариант №2.

1. Изучить назначение, основные функциональные возможности и технические характеристики SCADA -системы TRACE MODE.

2. Разработать автоматическую систему регулирования (АСР) температуры куба в деэтанализаторе 1К-301 установки стабилизации конденсата (УСК) и соответствующие математические модели для расчета статических и динамических характеристик объекта управления:

– провести анализ технологического процесса деэтанализации и ректификации нестабильного конденсата с получением стабильного, который осуществляется в деэтанализаторе 1К-301, как объекта управления;

– выбрать структуру АСР и законы регулирования;

– рассчитать параметры настроек регулятора(ов), обеспечивающих устойчивую работу системы и оптимальные показатели качества работы АСР.

Передаточная функция по каналу регулирования температуры куба:

$$W_{об}(p) = \frac{2,7}{(7p + 1) \cdot (4p + 1)} * e^{-3p}$$

3. В SCADA-системе TraceMode разработать проект АСУ ТП:
 - мнемосхему блока ректификации нестабильного конденсата (деэтанализатор 1К-301) установки стабилизации конденсата (изобразить основные аппараты, материальные потоки и средства КИПиА);
 - управляющую программу (реализация математической модели АСР) на языке Techno FBD (Function Block Diagram – функциональных блок-диаграмм).
4. Провести имитационное моделирование разработанной АСР.
5. Провести анализ работы синтезированной АСР и подобрать оптимальные параметры настройки регулятора(ов) по показателям качества переходных процессов.
6. Подобрать технические средства автоматизации распределенной АСУ ТП.
7. Разработать функциональную схему автоматизации и составить спецификацию технических средств автоматизации.

8.3. Примеры заданий для выполнения курсовой работы

Максимальная оценка – 60 баллов – текущий контроль

Формулировка и решение задач технико-экономического планирования с использованием средств Microsoft Excel, Mathcad и онлайн сервиса по высшей математике

Вариант № 1.

Цель работы: овладение навыками решения задач линейного программирования, умение правильно формулировать словесную и математическую постановку задач линейного программирования, а также применение для решения навыков владения стандартными пакетами программ (Mathcad, Excel и онлайн сервиса по высшей математике (http://www.math-pr.com/zlp_1.php)).

Задание: Пусть имеется m видов ресурсов для производства n видов продукции. Количество имеющегося i -го вида ресурса составляет b_i в соответствующих единицах измерения. Количество i -го вида ресурса, используемого для выпуска одной единицы j -го вида продукции, составляет a_{ij} . Требуется определить, сколько продукции каждого вида необходимо произвести, чтобы принятый критерий оптимизации был наилучшим для конкретной задачи.

Постановка задачи: Предприятие производит пять видов продукции: А, В, С, D, Е. На выпуск каждого вида продукции требуется определенное количество ресурсов четырех видов: трудовых (рабочие часы), материальных (сырье и материалы), финансовых (затраты) и информационных. Согласно рабочему плану предприятия общее количество трудовых, финансовых, материальных и информационных ресурсов не более b_i . Данные о затратах ресурсов на единицу продукции приведены в таблице 1.

Таблица 1

Необходимые затраты ресурсов на производство единицы продукции j -го вида.

Ресурсы	Вид продукции					Запас ресурса (b_i)
	А	В	С	Д	Е	
Трудовые, ч	12	7	13	8	10	5690
Материальные, т	14	6	10	3	6	3750
Финансовые, тыс. руб.	13	4	7	14	9	7260
Информационные	7	10	11	6	11	6870

Данные по минимальным объемам производств каждого вида продукции приведены в таблице 2.

Таблица 2

Минимальные объемы производства продукции каждого вида.

	A	B	C	D	E
Минимальное количество, т	13	21	23	15	12

Величина стоимости единицы готовой продукции каждого вида приведена в таблице 3.

Таблица 3

Стоимость единицы готовой продукции.

	A	B	C	D	E
Стоимость, тыс.руб.	7	9	8	12	11

Определить: оптимальный объем производства каждого вида продукции (в тоннах) в месяц с целью получения максимального дохода.

8.4. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины.

8.4.1. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен).

Максимальное количество баллов за экзамен – 40. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2– 20 баллов.

1. Структура и основные функции интегрированных автоматизированных систем управления химическими производствами.
2. Основные принципы создания интегрированных автоматизированных систем управления.
3. Основные функциональные возможности автоматизированных систем управления производственными процессами (АСУ ПП). Примеры реализации АСУ ПП в химической промышленности.
4. Функционально-ориентированные автоматизированные системы.
5. Структура и функциональные возможности автоматизированных систем обучения.
6. Структура и функциональные возможности автоматизированных систем научных исследований.
7. Функциональные возможности лабораторных информационных менеджмент-систем.
8. Понятие АСУ ТП. Основные функции. Технические требования к распределенным АСУ ТП.
9. Иерархическая структура распределенной АСУ ТП. Технические средства и задачи, решаемые на разных уровнях.
10. Виды обеспечения функционирования АСУ ТП. Системотехнические принципы разработки технических средств автоматизации.
11. Рабочая станция оператора. Состав, характеристики аппаратных и программных средств.
12. Программируемый контроллер. Назначение, место в структуре АСУ ТП. Языки программирования.
13. Контроллеры ввода/вывода. Назначение, структура.
14. Типы и характеристики модулей ввода/вывода.
15. Первичные измерительные преобразователи. Состав и основные характеристики.
16. Классификация датчиков.
17. Функциональные, технологические, метрологические и конструктивные

требования к выбору датчиков.

18. Исполнительные органы. Состав и основные характеристики.
19. Классификация исполнительных механизмов и требования к выбору.
20. Промышленные сети передачи данных: понятие, виды, основные топологии, преимущества и недостатки использования в системах промышленной автоматизации.
21. Модели взаимодействия устройств в промышленных сетях.
22. Полевые шины. Стандарты, технические требования, типы.
23. Промышленные сети верхнего уровня. Преимущества использования, стандарты, технические требования.
24. Иерархия задач планирования и управления многоассортиментными химическими производствами.
25. Основные этапы формулировки задач технико-экономического планирования.
26. Основные методы решения задач технико-экономического планирования. Привести примеры.
27. Основные трудности при решении задач технико-экономического планирования.
28. Формулировка задач оптимальной загрузки мощностей как задачи линейного программирования.
29. Постановка задач оптимального календарного планирования.
30. Математические модели для сетевого анализа и планирования проектов.
31. Словесная и математическая постановка задачи технико-экономического планирования для производства, выпускающего n продуктов с использованием m ресурсов ($n=m=3$; $n=2, m=3$; $n=3, m=2$). Методы решения сформулированных задач.
32. SCADA-системы. Основные понятия, требования и функциональные возможности.
33. Человекомашинный интерфейс: понятие, особенности и этапы разработки, маркировка и обозначения органов управления и контрольных устройств, правила кодирования информации.
34. Мнемосхема технологического объекта: общие эргономические требования.
35. Основные этапы проектирования АСУ ТП с использованием SCADA-систем. Основные отечественные и зарубежные SCADA-системы.
36. Автоматизированные системы, использующие Интернет.
37. SCADA-система Trace Mode. Назначение, основные функции, этапы разработки проекта АСУ ТП.
38. Компоненты проекта АСУ ТП в SCADA-системе Trace Mode.
39. Математический аппарат TRACE MODE: языки программирования алгоритмов управления, особенности применения.
40. Математический аппарат TRACE MODE: Переменные, константы, функции. Типы данных.

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

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2– 20 баллов.

1. Записать математическую постановку задачи ТЭП.

Предприятие производит n видов продукции. На выпуск каждого вида продукции требуется определенное количество ресурсов m видов. Согласно рабочему плану предприятия общее количество ресурсов каждого вида не более b_i . Данные о затратах ресурсов на единицу продукции приведены в таблице 1.

Таблица 1

Необходимые затраты ресурсов на производство единицы продукции j -го вида.

Ресурсы	Вид продукции					Запас ресурса (b_i)
	1	2	j	...	n	
1	a_{11}	a_{12}	a_{1j}	...	a_{1n}	b_1
2	a_{21}	a_{22}	a_{2j}	...	a_{2n}	b_2
i	a_{i1}	a_{i2}	a_{ij}	...	a_{in}	b_i
...
m	a_{m1}	a_{m2}	a_{mj}	...	a_{mn}	b_m

Данные по минимальным объемам производств каждого вида продукции приведены в таблице 2.

Таблица 2

Минимальные объемы производства продукции каждого вида.

	1	2	j	...	n
Минимальное количество, т					

Величина стоимости единицы готовой продукции каждого вида приведена в таблице 3.

Таблица 3

Стоимость единицы готовой продукции.

	1	2	j	...	n
Стоимость, тыс.руб.					

Определить: оптимальный объем производства каждого вида продукции (в тоннах) в месяц с целью получения максимального дохода.

2. Предприятие производит n видов продукции. На выпуск каждого вида продукции требуется определенное количество ресурсов m видов. Согласно рабочему плану предприятия общее количество ресурсов каждого вида не более b_i . Данные о затратах ресурсов на единицу продукции приведены в таблице 1.

Таблица 1

Необходимые затраты ресурсов на производство единицы продукции j -го вида.

Ресурсы	Вид продукции					Запас ресурса (b_i)
	1	2	j	...	n	
1	a_{11}	a_{12}	a_{1j}	...	a_{1n}	b_1
2	a_{21}	a_{22}	a_{2j}	...	a_{2n}	b_2
i	a_{i1}	a_{i2}	a_{ij}	...	a_{in}	b_i
...
m	a_{m1}	a_{m2}	a_{mj}	...	a_{mn}	b_m

Записать систему ограничений на имеющиеся ресурсы через выделенные переменные решения задачи. Для случая $m=n$, x_j – объем j – ГО вида продукции.

Решить полученную систему методом Крамера в MS Excel (или обратной матрицы в зависимости от варианта).

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

8.5. Структура и примеры билетов

8.5.1. Структура и примеры билетов для экзамена

Экзамен по дисциплине «**Интегрированные системы управления химическими производствами**» проводится в 8 семестре и включает контрольные вопросы по разделам рабочей программы дисциплины. Билет для *экзамена* состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы экзамена оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов, второй – 20 баллов.

Пример билета для *экзамена*.

<p>«<i>Утверждаю</i>» Зав. каф. КХТП (Должность, название кафедры)</p> <p>Глебов М.Б. (Подпись) (И. О. Фамилия)</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра кибернетики химико-технологических процессов
	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии Профиль «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика»
	Дисциплина «Интегрированные системы управления химическими производствами»
Билет № 1	
1. Понятие АСУ ТП. Основные функции. Технические требования к распределенным АСУ ТП.	
2. Основные методы решения задач технико-экономического планирования. Привести примеры.	

8.5.2. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по дисциплине «**Интегрированные системы управления химическими производствами**» проводится в 8 семестре и включает практические задания по разделу 2 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 2 вопросов, относящихся к указанному разделу. Ответы на вопросы зачета с оценкой оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первое задание – 20 баллов, за второе – 20 баллов.

Пример билета для *зачета с оценкой*.

<p align="center"><i>«Утверждаю»</i> Зав. каф. КХТП (Должность, название кафедры)</p> <p align="center">_____ Глебов М.Б. (Подпись) (И. О. Фамилия)</p> <p align="center">«__» _____ 20__ г.</p>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра кибернетики химико-технологических процессов
	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
	Профиль «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика»
	Дисциплина «Интегрированные системы управления химическими производствами»

Билет № 1

1. Записать математическую постановку задачи ТЭП.

Предприятие производит n видов продукции. На выпуск каждого вида продукции требуется определенное количество ресурсов m видов. Согласно рабочему плану предприятия общее количество ресурсов каждого вида не более b_i . Данные о затратах ресурсов на единицу продукции приведены в таблице 1.

Таблица 1

Необходимые затраты ресурсов на производство единицы продукции j -го вида.

Ресурсы	Вид продукции					Запас ресурса (b_j)
	A	B	C	D	E	
Трудовые, ч	10	7	13	8	12	1230
Материальные, т	9	4	7	14	13	3896
Финансовые, тыс. руб.	6	6	10	3	14	6841
Информационные	11	10	11	6	7	4587

Данные по минимальным объемам производств каждого вида продукции приведены в таблице 2.

Таблица 2

Минимальные объемы производства продукции каждого вида.

	A	B	C	D	E
Минимальное количество, т	31	21	32	51	12

Величина стоимости единицы готовой продукции каждого вида приведена в таблице 3.

Таблица 3

Стоимость единицы готовой продукции.

	A	B	C	D	E
Стоимость, тыс.руб.	71	90	83	12	11

Определить: оптимальный объем производства каждого вида продукции (в тоннах) в месяц с целью получения максимального дохода.

2. Предприятие производит n видов продукции. На выпуск каждого вида продукции требуется определенное количество ресурсов m видов. Согласно рабочему плану предприятия общее количество ресурсов каждого вида не более b_i . Данные о затратах ресурсов на единицу продукции приведены в таблице.

Таблица

Необходимые затраты ресурсов на производство единицы продукции j -го вида.

Ресурсы	Вид продукции				Запас ресурса (b_i)
	1	2	3	4	
1	5	8	1	4	1230
2	8	9	9	9	3625
3	6	7	8	5	2993
4	9	4	7	3	3302

Записать систему ограничений на имеющиеся ресурсы через выделенные переменные решения задачи. Для случая $m=n$, x_j — объем j — ГО вида продукции.

Решить полученную систему методом Крамера в MS Excel.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. Егоров А. Ф. Интегрированные автоматизированные системы управления химическими производствами и предприятиями: учебное пособие для вузов / А. Ф. Егоров. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 248 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13871-9. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/496604> (дата обращения: 21.04.2023).

2. Дубровский И. И. Проектирование автоматизированных систем управления химико-технологическими процессами и системами [Текст]: учебное пособие / И. И. Дубровский, В. Л. Лукьянов. — М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. — 211 с.

3. Карпов, К. А. Основы автоматизации производств нефтегазохимического комплекса: учебное пособие / К. А. Карпов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 108 с. — ISBN 978-5-8114-4187-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206414> (дата обращения: 22.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Пьявченко, Т. А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA-системы TRACE MODE: учебное пособие / Т. А. Пьявченко. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-1885-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212153> (дата обращения: 22.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Тугов, В. В. Проектирование автоматизированных систем управления: учебное пособие для вузов / В. В. Тугов, А. И. Сергеев, Н. С. Шаров. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 172 с. — ISBN 978-5-8114-8987-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/186064> (дата обращения: 22.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Б) Дополнительная литература:

1. Михайлова П. Г., Егоров А. Ф. Проектирование систем управления с использованием интегрированной среды разработки приложений TRACE MODE [Текст]: лабораторный практикум: учеб. пособие. — М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. — 70 с.

2. Плюто В. П. Типовые решения по автоматизации технологических процессов в химической промышленности [Текст]: учебное пособие / В. П. Плюто, И. И. Дубровский, В. Л. Лукьянов. — М.: РХТУ. Издат. центр, 2008. — 128 с.

3. Деменков Н.П. SCADA-системы как инструмент проектирования АСУТП: учеб. пособие – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 328 с.
4. Беспалов А.В., Харитонов Н.И. Системы управления химико-технологическими процессами. – М. : Академкнига, 2007. – 696 с.
5. Моделирование систем автоматического управления с использованием программной среды MATLAB/Simulink. Лабораторный практикум: учеб. пособие / П. Г. Михайлова, А. Ф. Егоров. – М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2016. – 76 с.
6. Плютто В. П. Микропроцессорные системы управления [Текст] : учебное пособие / В. П. Плютто, И. И. Дубровский, В. Л. Лукьянов. – М. : РХТУ. Издат. центр, 2008. – 196 с.
7. Шайкин А.Н. Практические основы линейной оптимизации: учеб. пособие / под ред. А.Ф. Егорова. – М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003. – 144 с.
8. Перов В.Л., Егоров А.Ф., Фам Куанг Баг. Календарное планирование в многопродуктовых периодических химических производствах. Модели, методы и алгоритмы решения: учеб. пособие. – М. : МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1992. – 40 с.
9. Федотов, А. В. Компьютерное управление в производственных системах : учебное пособие для вузов / А. В. Федотов, В. Г. Хомченко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 620 с. — ISBN 978-5-8114-8065-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171424> (дата обращения: 22.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

1. «Проблемы управления» ISSN печатной версии: 1819-3161.
2. «Автоматизация в промышленности» ISSN печатной версии: 1819-5962;
3. «Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика» ISSN печатной версии: 2073-0004;
4. «СТА: современные технологии автоматизации» ISSN печатной версии: 0206-975X;
5. «Программные продукты и системы» ISSN печатной версии: 0236-235X, ISSN онлайн-версии: 2311-2735.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

1. SCADA TRACE MODE. AdAstrA Research Group [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.adastra.ru/> (дата обращения: 20.04.2023).
2. SCADA TRACE MODE [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tracemode.ru/> (дата обращения: 20.04.2023).
3. Высшая Математика. Решение задач и примеров – OnLine [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.math-prg.com/index.html> (дата обращения: 22.04.2023).

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- электронные конспекты лекций, материалы для выполнения лабораторных работ (цель и задачи, варианты заданий, методические указания, требования к отчетам), перечень тем рефератов и заданий на курсовые работы в соответствии с программой дисциплины, банк тестовых заданий для текущего и итогового контроля освоения дисциплины, реализованных в системе дистанционного обучения Moodle (общее число вопросов – 61);
- варианты заданий для выполнения лабораторных работ, направленных на приобретение студентами навыков разработки АСУ ТП в среде разработки SCADA-

системы TRACE MODE;

– перечни критериев оценки лабораторных работ, реферата и курсовой работы; список рекомендуемой литературы; дополнительные источники информации; глоссарий основных понятий, определений.

Указанные информационно-образовательные ресурсы размещены на учебном портале РХТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://study.muctr.ru/course/view.php?id=11369> (дата обращения: 15.05.2023).

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн с использованием LMS Moodle, включая обмен сообщениями, новостной форум и др., и платформы проведения видеоконференций Pruffme.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 г. 1 727 628 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Интегрированные системы управления химическими производствами»* проводятся в форме лекций, практических, лабораторных занятий, курсовой работы и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

На кафедре КХТП для проведения занятий по дисциплине имеется 1 компьютерный класс с 13 компьютерами, объединенными в локальную сеть с выходом в Интернет, и одним принтером.

Для проведения практических занятий по дисциплине имеются: учебная аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием.

11.2. Учебно-наглядные пособия

Слайды презентации для выполнения лабораторных работ по разработке проекта АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE, фрагменты технологических регламентов производств.

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

На кафедре КХТП для проведения лабораторных занятий по дисциплине имеются персональные компьютеры с предустановленным стандартным и специализированным лицензионным программным обеспечением, приведенным в разделе 11.5.

При необходимости использования аудиовизуального материала на лекциях или при проведении лабораторных работ на кафедре имеются проектор и настенный экран, а также звуковые колонки.

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-образовательные, информационно-методические, учебно-исследовательские ресурсы представлены на учебном портале РХТУ им. Д.И. Менделеева.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

При выполнении лабораторного практикума по дисциплине используется программное обеспечение:

№ п / п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Интегрированная среда разработки приложений TRACE MODE	Доступна на сайте разработчика по ссылке http://www.adastra.ru/products/dev/scada/ https://tracemode.ru/myadastra/not-authorized?return_url=/download/AdAstra_TRACE_MODE_7_D_FTMW_RU_WIN_base_7.00.2.zip	-	Бессрочно
2.	Среда разработки Simulink Control Design Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	Бессрочно
3.	Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

№ п / п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
			иях	
4.	PTC Mathcad Express	Доступна на сайте разработчика по ссылке https://www.ptc.com/ru/products/mathcad-express-free-download	-	30-дневная полнофункциональная версия. По истечении 30 дней автоматически – неограниченный срок доступа к PTC Mathcad Express, облегченной версии PTC Mathcad Prime
5.	Math. Высшая Математика Решение задач и примеров - OnLine	Доступна на сайте разработчика по ссылке http://www.math-pr.com/zlp_1.php	-	–
6.	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point Outlook	Контракт №175- 262ЭА/2019 от 30.12.2019	13 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновленную версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Структура и функциональные возможности интегрированных автоматизированных систем	Знает – основные понятия в области интегрированных систем управления химическими производствами (понятия АСУ ПП, АСУ ТП,	Оценка за реферат. Оценка на экзамене.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
управления химическими производствами	ERP, MES, SCADA-систем); современные технические средства автоматизации ТП. Умеет – осуществлять процедуры декомпозиции сложных химических производств на ряд управляемых подсистем. Владеет – навыками выбора технических средств автоматизации технологических процессов (первичных средств, контроллеров ввода/вывода, ПЛК)	
Раздел 2. Модели и методы решения задач планирования производственных процессов	Знает – постановку, модели и методы решения задач планирования производственных процессов Умеет – решать задачи технико-экономического и календарного планирования производственных процессов Владеет – навыками использования специализированного программного обеспечения для решения задач технико-экономического и календарного планирования	Оценка за курсовую работу – зачет с оценкой. Оценка на экзамене
Раздел 3. Системы сбора данных и оперативного диспетчерского управления – SCADA-системы	Знает – основные функциональные возможности SCADA-систем; этапы проектирования АСУ ТП с использованием SCADA-систем; наиболее распространенные отечественные и зарубежные SCADA-системы. Умеет – создавать проект АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE; разрабатывать мнемосхему технологического объекта; разрабатывать управляющие программы на языке Techno FBD. Владеет – навыками использования программного обеспечения для решения задач	Оценка за лабораторные работы. Оценка на экзамене

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	проектирования АСУ ТП и АСР ХТП	

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РПД
по дисциплине «Интегрированные системы управления химическими
производствами»
основной образовательной программы высшего образования – программы
бакалавриата
по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в
химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»
Профиль «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика»
Квалификация - бакалавр

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

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



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе


Ф.А. Колоколов

«19» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

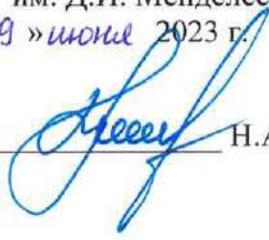
«Информационные системы хранения и обработки данных»

Направление подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки –
«Основные процессы химических производств и химическая
кибернетика»

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«19» июня 2023 г.

Председатель  Н.А. Макаров

Москва 2023

Программа составлена заведующим кафедрой химического и фармацевтического инжиниринга, д.т.н., профессором Н.В. Меньшутиной

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химического и фармацевтического инжиниринга РХТУ им. Д.И. Менделеева «15» мая 2023 г., протокол № 6.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат для направления подготовки бакалавров **18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**, профиль «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика», рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплин кафедрой кибернетики химико-технологических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Информационные системы хранения и обработки данных» относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, вычислительной математики, а также численных методов решения уравнений математических моделей химико-технологических процессов.

Цель дисциплины – обеспечить получение студентами знаний о способах нахождения, обработки и хранения данных; основах проектирования современных информационных и интеллектуальных систем и их использования в различных областях промышленности.

Задачи дисциплины:

- изучение современных информационных технологий, применяемых в химической, нефтехимической, фармацевтической отраслях промышленности;
- приобретение базовых теоретических знаний и навыков в области проектирования, обработки и хранения данных.

Дисциплина «Информационные системы хранения и обработки данных» преподается в 5 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
<p>Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации</p>	<p>– Химическое, химико-технологическое производство – - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>	<p>ПК-3 Способен моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности</p>	<p>ПК-3.2 Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения задач расчета, моделирования и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов ПК-3.3 Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов, и моделирования, идентификации и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки</p> <p>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-</p>

				конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	– Химическое, химико-технологическое производство – Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-4 Способен решать исследовательские задачи в области профессиональной деятельности методом математического моделирования	ПК-4.2 Умеет применять метод математического моделирования для решения исследовательских задач в области профессиональной деятельности, оптимизации энерго- и ресурсосберегающих, экологически безопасных химических технологий ПК-4.3 Владеет приемами применения метода математического моделирования для исследования отдельных технологических процессов и систем, в том числе с использованием специализированных компьютерных программных средств	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные способы нахождения, обработки и хранения данных;
- основные особенности создания информационных приложений;
- основы проектирования современных информационных и интеллектуальных систем;
- основные современные пакеты прикладных программ для промышленного проектирования химико-технологических, фармацевтических, нефтеперерабатывающих производств;
- основные способы решения типовых прикладных задач химико-технологических, фармацевтических, нефтеперерабатывающих производств с использованием современных информационных систем хранения и обработки данных;

Уметь:

- правильно осуществлять выбор наиболее подходящего способа нахождения, обработки и хранения данных;
- создавать информационные приложения для решения математических, технологических и исследовательских задач;
- работать в качестве пользователя персонального компьютера, решая типовые прикладные задачи химико-технологических, фармацевтических, нефтеперерабатывающих производств с использованием современных информационных систем хранения и обработки данных;

Владеть:

- основными способами нахождения, обработки и хранения данных;
- стандартными пакетами прикладных программ для решения математических, типовых технологических и исследовательских задач химико-технологических, фармацевтических, нефтеперерабатывающих производств;
- основами проектирования современных информационных и интеллектуальных систем.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	64	48
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	0,9	32	24
Самостоятельная работа	2,2	80	60
Контактная самостоятельная работа	2,2	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		79,6	59,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№	Раздел дисциплины	Акад. часов				
		Всего	Лекции	ЛР	ПЗ	СР
	Введение	0,2	0,2	–	–	–

№	Раздел дисциплины	Акад. часов				
		Всего	Лекции	ЛР	ПЗ	СР
1.	Раздел 1. Систематизация данных, способы хранения данных	42	4	9	4	25
1.1	История и тенденции развития и применения информационных технологий в области химии, фармацевтических и биопроцессов	6	1	3	–	2
1.2	Систематизация интеллектуальных систем	16	1	3	2	10
1.3	БД и информационные системы	20	2	3	2	13
2.	Раздел 2. Методы обработки данных. Программное обеспечение	86	6	23	12	45
2.1	Методы интеллектуального анализа данных	17	1	5	1	10
2.2	Технологии создания информационных систем	30,5	1,5	10	4	15
2.3	Современный информационный подход к контролю и обеспечению качества	19	1	4	2	12
2.4	Лабораторные информационные системы	9,7	1,2	2	3,5	3
2.5	Технология создания виртуальных лабораторий	11,8	1,3	2	3,5	5
3.	Раздел 3. Примеры хранения и обработки данных для химических, нефтеперерабатывающих и фармацевтических предприятий	15,6	5,6	–	–	10
3.1	Типы автоматизированных систем для предприятий	3	1	–	–	2
3.2	Информационные системы для управления и контроля качества	3	1	–	–	2
3.3	Программные пакеты для проектирования химико-технологических систем (ASPEN)	5,6	1,6	–	–	4
3.4	Использование IT для фармацевтических задач	4	2	–	–	2
	Заключение	0,2	0,2	–	–	–
	ИТОГО	144	16	32	16	80
	Экзамен	36				
	ИТОГО	180				

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение. Предмет и методы изучаемой дисциплины. Цели и задачи дисциплины. Описание основных разделов дисциплины. Структура дисциплины и правила рейтинговой системы. Введение в предметную область. Основные понятия, определения, терминология.

Раздел 1. Систематизация данных, способы хранения данных

1.1 История и тенденции развития и применения информационных технологий в области химии, фармацевтических и биопроцессов. Обзор современных информационных технологий хранения и обработки информации, истории их создания, применения в области химии, химической, фармацевтической и биотехнологии. Важнейшие технологические решения в области информационных технологий. Примеры внедрения различных информационных технологий. Экономический эффект. Решение задач управления качеством с помощью информационных технологий.

1.2 Систематизация интеллектуальных систем. Системный анализ интеллектуальных систем (ИС), их составляющих: базы данных, экспертные системы, расчетные алгоритмы. Технологии проектирования баз данных. Примеры ИС, нацеленные на разные задачи: моделирование физико-химических процессов и явлений (ASPEN PLUS), моделирование отдельных аппаратов (DRYINF), моделирование технологических схем (ASPEN, ChemCad).

1.3 БД и информационные системы. БД – как компьютерные хранилища информации. Рассмотрение принципов и примеров построения баз данных: иерархические, сетевые, реляционные. Таблицы, сущности, взаимосвязи. Компьютерные среды для построения БД. Особенности картографических, текстовых БД. Алгоритмы поиска в них информации. Примеры БД для поиска информации в области химической технологии (Science Direct, Dechema, БД ВИНТИ и другие).

Раздел 2. Методы обработки данных. Программное обеспечение

2.1 Методы интеллектуального анализа данных. Структура интеллектуального анализа данных (ИАД, в английской терминологии Data Mining). ИАД как процесс аналитического исследования больших массивов информации с целью выявления определенных закономерностей и систематических взаимосвязей между переменными, которые затем можно применить к новым совокупностям данных. Автоматизированная обработка и обобщение накопленных сведений, превращение их в информацию и знания. Общая информация по основным компьютерным методам обработки информации: пакетные, транзакции, ИАД. Общая информация по основным математическим методам обработки массивов данных: системы рассуждения на основе аналогичных случаев; алгоритмы вычисления оценок; нечеткая логика; нейронные сети; алгоритмы определения ассоциаций и последовательностей; анализ с избирательным действием; логическая регрессия; деревья решений; эволюционное программирование; генетические алгоритмы; визуализация данных. Характеристика, область применения каждого метода ИАД.

2.2 Технологии создания информационных систем. CALS-технология как технология комплексной компьютеризации сфер промышленного производства. Понятие жизненного цикла производства или изделий. CALS как «Computer Acquisition and Lifecycle Support – компьютерное сопровождение и поддержка жизненного цикла изделий». Проектная, технологическая, производственная, маркетинговая, эксплуатационная документация. Хранение, обработка и передача информации в компьютерных средах CALS-систем, оперативный доступ к данным в нужное время и в нужном месте. Примеры использования. CASE (Computer Aided Software Engineering) – технология создания и сопровождения информационных систем. Программно-технологические CASE-средства для автоматизации проектирования и разработки информационных систем. Состав CASE-средств: анализ и формулировка требований, проектирование баз данных и приложений, генерация кода, тестирование, обеспечение качества, управление конфигурацией и проектом. CASE-система. Примеры использования.

2.3 Современный информационный подход к контролю и обеспечению качества. Информационная платформа для обеспечения качества продукции: от контроля процессов в отдельном аппарате до решения логистических задач предприятия. Документы, нацеленные на обеспечение качества: ГОСТ, ISO-9001, GMP-стандарт (английская аббревиатура сохраняется в русском языке «good manufacturing practice»), PAT («process analytical technology») инициативы. Иерархия управления. Существующие пакеты прикладных программ для контроля и обеспечения качества.

2.4 Лабораторные информационные системы. Лабораторно-информационные системы или системами управления лабораторной информацией LIMS-системы. LIMS-системы (Laboratory Information Management System) для хранения, обработки информации аналитического оборудования и оценка качества химических, биологических и фармацевтических средств. План-модель аналитической лаборатории. Основные принципы, алгоритмы и составные части LIMS систем. Принципы сбора, анализа, сортировки информации, поступающей с различных аналитических приборов и установок.

2.5 Технология создания виртуальных лабораторий. Виртуальные лаборатории (ВЛ). Цели создания ВЛ. Программные продукты для создания ВЛ. Существующие технические приемы и компьютерные технологии. Lab VIEW как один из примеров коммерческого программного обеспечения. Lab VIEW — графическая система программирования на уровне функциональных блок-диаграмм.

Раздел 3. Примеры хранения и обработки данных для химических, нефтеперерабатывающих и фармацевтических предприятий

3.1 Типы автоматизированных систем для предприятий. ERP (Enterprise-Resource Planning – планирование ресурсов предприятия) – компьютерные системы управления предприятием. Алгоритмы и методы интеграции всех отделов и функций компании в единую компьютерную систему. БД в ERP. Особенности создания единого хранилища данных.

3.2 Информационные системы для управления и контроля качества. SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition System) - система сбора данных и оперативного диспетчерского управления, функционирующее в составе автоматизированных систем управления конкретного объекта. Функции SCADA-систем: сбор данных о контролируемом технологическом процессе; управление технологическим процессом. Алгоритмы реализации этих функций. Обзор существующих SCADA-систем. Примеры. PAT (process analytical technology) – технология контроля и мониторинга фармацевтических предприятий. Контроль отдельных процессов, мониторинг сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, контроль хранения на складах. Логистические операции. Алгоритмы построения компьютерных PAT-систем. Примеры их использования.

3.3 Программные пакеты для проектирования химико-технологических систем (ASPEN). Пакеты ASPEN как пример коммерческих пакетов для проектирования химико-технологических, фармацевтических, нефтеперерабатывающих производств. Состав пакетов ASPEN. БД, способы обработки и хранения информации. Проектирование технологических схем. HYSYS – как один из пакетов ASPEN. Примеры задач моделирования и проектирования химико-технологических процессов и схем.

3.4 Использование IT для фармацевтических задач. Применение информационных технологий в решении таких задач как: разработка новых лекарственных форм; уменьшение времени внедрения инноваций в производство; автоматизация контроля за оборудованием и ускорение процесса проектирования производств; контроль качества и минимизация брака. Практические примеры применения на отечественных и зарубежных фармацевтических предприятиях.

Заключение. Перспективы развития информационных систем и обработки данных. Подведение итогов дисциплины.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	<i>Знать:</i>			
1	основные способы нахождения, обработки и хранения данных	+	+	+
2	основные особенности создания информационных приложений		+	+
3	основы проектирования современных информационных и интеллектуальных систем		+	+
4	основные современные пакеты прикладных программ для промышленного проектирования химико-технологических, фармацевтических, нефтеперерабатывающих производств			+
5	основные способы решения типовых прикладных задач химико-технологических, фармацевтических, нефтеперерабатывающих производств с использованием современных информационных систем хранения и обработки данных	+	+	+
	<i>Уметь:</i>			
6	правильно осуществлять выбор наиболее подходящего способа нахождения, обработки и хранения данных	+	+	+
7	создавать информационные приложения для решения математических, технологических и исследовательских задач		+	+
8	работать в качестве пользователя персонального компьютера, решая типовые прикладные задачи химико-технологических, фармацевтических, нефтеперерабатывающих производств с использованием современных информационных систем хранения и обработки данных			+
	<i>Владеть:</i>			
9	основными способами нахождения, обработки и хранения данных	+	+	+
10	стандартными пакетами прикладных программ для решения математических, типовых технологических и исследовательских задач химико-технологических, фармацевтических, нефтеперерабатывающих производств		+	+
11	основами проектирования современных информационных и интеллектуальных систем		+	+

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
<i>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>					
	ПК-3 Способен моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности	ПК-3.2 Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения задач расчета, моделирования и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов		+	
	ПК-3 Способен моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности	ПК-3.3 Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов, и моделирования, идентификации и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов	+	+	+
13	ПК-4 Способен решать исследовательские задачи в области профессиональной деятельности методом математического моделирования	ПК-4.2 Умеет применять метод математического моделирования для решения исследовательских задач в области профессиональной деятельности, оптимизации энерго- и ресурсосберегающих, экологически безопасных химических технологий	+	+	+
14	ПК-4 Способен решать исследовательские задачи в области профессиональной деятельности методом математического моделирования	ПК-4.3 Владеет приемами применения метода математического моделирования для исследования отдельных технологических процессов и систем, в том числе с использованием специализированных компьютерных программных средств	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1 Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Часы
1	1	Информационные системы хранения и обработки данных	4
2	2	Выполнение операций над данными с использованием языка SQL	5
3	2	Основы проектирования структуры БД. Создание собственной базы данных в заданной предметной области	7

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Информационные системы хранения и обработки данных», а также дает о способах нахождения, обработки и хранения данных; основах проектирования современных информационных и интеллектуальных систем и их использования; о современных информационных технологиях, применяемых в химической, нефтехимической, фармацевтической отраслях промышленности; основах промышленного проектирования химико-технологических, фармацевтических, нефтеперерабатывающих производств с использованием современных пакетов прикладных программ.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 40 баллов. Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№	№ раздела дисциплины	Темы лабораторных работ	Часы
1	1	Создание модели "Сущность-связь"	9
2	2	Освоение языка запросов SQL	9
3	2	Создание реляционной базы данных	14

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно- библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным

фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

8.1 Примерная тематика реферативно-аналитической работы

По дисциплине «Информационные системы хранения и обработки данных» не предусмотрено выполнение реферативно-аналитической работы.

8.2 Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы. Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 составляет по 10 баллов за каждую работу.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

Вопрос 1.1

1. Тенденции моделирования.
2. Тенденции развития моделирования программных продуктов. Интеллектуальный анализ данных- нечёткая логика.
3. Два подхода к разработке программных средств.
4. Обзор информационных программных продуктов. Нейронные сети.
5. Основные задачи, решаемые при разработке ПС.
6. Основные операции над множествами: объединение, пересечение, вычитание.
7. Основные понятия и определения, используемые при разработке сложных ПС.
8. Что такое «декартово произведение множеств», «степень декартового произведения»? Дать определение понятиям: «реляционная база данных», «схема реляционной базы данных».
9. Жизненный цикл КП.
10. Что такое «отношение степени n », «степень отношения», «мощность отношения»? Какими свойствами обладают отношения, сравнить их со свойствами таблиц. Правило целостности ключей.

Вопрос 1.2

1. Родительские и дочерние отношения (таблицы). Отношение многое ко многому.
2. Что такое «множество», при каких условиях совокупность данных можно назвать множеством?
3. Что такое «домен», его свойства? Что такое «простой, составной, первичный, альтернативный потенциальный ключ»?
4. При каком условии множество B является подмножеством множества A ? Из каких частей состоит отношение, что эти части из себя представляют? Для чего служат потенциальные ключи, правило целостности сущностей?
5. Методы интеллектуального анализа данных. Алгоритмы определения ассоциаций и последовательностей.

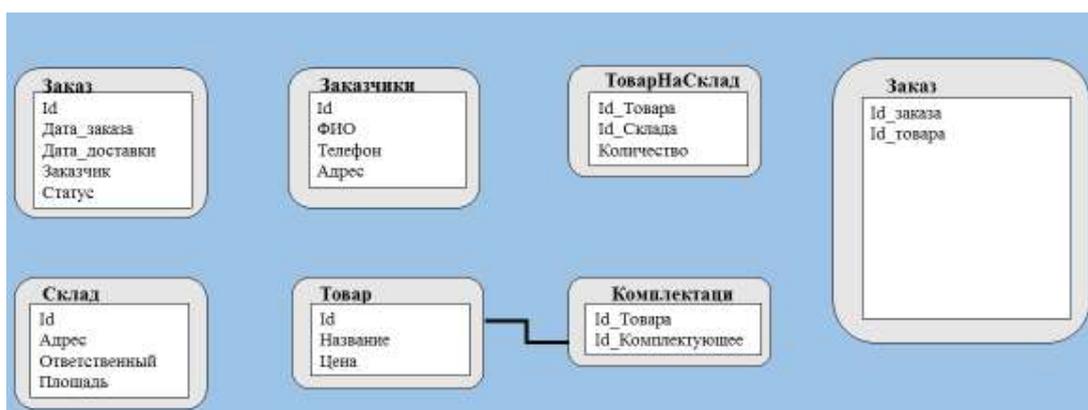
6. Что такое «атрибут отношения», «степень отношения», «мощность отношения»? Типы связей «один к одному», «один к множому», «многое к многим».
7. CALS технологии. Деревья решений.
8. Дать определение понятиям «внешний ключ», «родительское и дочернее отношение».
9. CASE технологии. Генетические алгоритмы.
10. Системы поддержки принятия решений, основанные на прецедентах (CRB-системы). QSAR- количественные отношения структура-свойство.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 1 вопрос, оценивающийся в 10 баллов.

Вопрос 2.1

1. Напишите запросы:
 - А. Удалить заказы со статусом 0.
 - Б. Вывести суммарную стоимость товара на складе с ответственным Козловым.
2. Напишите запросы:
 - А. Выбрать товар с наименьшей ценой.
 - Б. Выбрать товары, имеющиеся на складе по адресу «ул. Широкая 678к3».

Задание зависит от варианта работы.



Склад			
Id	Адрес	Ответственный	Площадь
1	ул. Бол. Академическая 21	Иванов	1500
2	ул. Мневники 16	Петров	6000
3	ш. Шелковское 57	Сидоров	1000
4	пр. Востряковский 1	Козлов	1866

Заказ				
Id	Дата заказа	Дата доставки	Заказчик	Статус
1	21.09.2014	24.09.2014	1	1
2	07.01.2014	17.01.2014	1	1
3	08.12.2014	09.12.2015	2	1
4	09.01.2014	09.01.2014	3	1
5	10.01.2014	10.01.2015	3	0

Заказчики			
Id	ФИО	Телефон	Адрес
1	Иванов Иван Иванович	897656	ул. Бол. Черкизовская, 23
2	Петров Петр Петрович	324897	пр. Окружной, 54к67
3	Сидоров Сидор Сидорович	156485	ул. Широкая, 678к3

ТоварНаСкладе		
Id Товара	Id Склада	Количество
1	1	10
2	1	10
3	1	100
4	2	20
5	2	13
6	3	100
7	3	20
8	4	500
9	4	200
10	4	100
1	3	150
2	3	200
3	4	170
4	4	120
5	1	60
6	2	187
7	1	12

Комплектация	
Id Товара	Id Комплектующего
8	1
8	2
8	3
9	1
9	2
9	3
9	4
10	1
10	2
10	3
10	4
10	5
10	6

СоставЗаказа	
Id заказа	Id товара
1	1
1	2
1	3
2	4
3	9
4	10
5	1
5	2
5	8
5	9
5	10

Товар		
Id	Название	Цена
1	Видеокарта	100
2	Клавиатура	200
3	Мышь	300
4	Монитор	400
5	Блок питания	500
6	Процессор	600
7	Жёсткий диск	700
8	Компьютер 1	2000
9	Компьютер 2	3000
10	Компьютер 3	4000

8.3 Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (5 семестр – зачет с оценкой)

Экзаменационный (если вид контроля – экзамен или зачет с оценкой) билет включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса.

1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 15 баллов.

1. Системы автоматизированного проектирования, их составные части.
2. Автоматизированные системы управления технологическими процессами, принципы работы.
3. Основные программные продукты автоматизированных систем управления.
4. Средства и системы автоматизации фармацевтических производств.
5. Интеллектуальная система для создания новых фармацевтических производств.
6. Типы автоматизированных систем.
7. Планирование и управление предприятием (ERP).
8. Планирование производства (MRP2).
9. Производственная исполнительная система (MES).
10. Система LIMS управление лабораторными исследованиями.
11. Система АСУ-ТП (SCADA).

12. Автоматизированные расчёты и анализ (CAE). Принцип работы системы, составные части, примеры использования.
13. Автоматизированное проектирование (CAD). Принцип работы системы, составные части, примеры использования.
14. Автоматизированная технологическая подготовка производств (CAM). Принцип работы системы, составные части, примеры использования.
15. Технология управления жизненным циклом изделия (PLM). Принцип работы системы, составные части, примеры использования.
16. Управление проектными работами (PDM). Принцип работы системы, составные части, примеры использования.
17. Планирование цепочек поставок (SCP). Принцип работы системы, составные части, примеры использования.
18. Выполнение цепочек поставок (SCF). Принцип работы системы, составные части, примеры использования.
19. Управление цепочками поставок (SCM). Принцип работы системы, составные части, примеры использования.
20. Управление взаимоотношениями с заказчиками (CRM). Принцип работы системы, составные части, примеры использования.
21. Компьютерное числовое управление (CNC). Принцип работы системы, составные части, примеры использования.
22. Совместный электронный бизнес (CPC). Принцип работы системы, составные части, примеры использования.
23. Управление продажами и обслуживанием (S&SM). Принцип работы системы, составные части, примеры использования.
24. Базы данных, используемые для открытия новых лекарственных средств. Примеры.
25. Информационные системы, используемые в фармацевтическом производстве, примеры.
26. Классификация прикладных программ для цифровизации фармацевтической отрасли.
27. Принципы вычислительной гидродинамики. Примеры использования.
28. Системный анализ фармацевтического производства с точки зрения контроля качества.
29. Системный анализ контролируемых показателей свойств сырья с технологическими параметрами процесса.
30. Определение on-line, in-line, off-line, at-line контроля.
31. Статистическая обработка информации. Теории, средства, методы.
32. Алгоритмы сбора и обработки данных, относящихся к контролю качества.
33. Инструменты визуализации в рамках математического моделирования для более глубокого понимания природы технологических процессов.
34. Инструменты визуализации в автоматизированных системах управления технологическими процессами.
35. Обучающие тренажеры для фармацевтических производств.
36. Обучающие видео и анимация для фармацевтических производств.
37. Тенденции развития моделирования программных продуктов.
38. Что такое «множество», при каких условиях совокупность данных можно назвать множеством?
39. Что такое «домен», его свойства?
40. Что такое «простой, составной, первичный, альтернативный потенциальный ключ»?
41. Обзор информационных программных продуктов.
42. При каком условии множество В является подмножеством множества А?

43. Из каких частей состоит отношение, что эти части из себя представляют?
44. Для чего служат потенциальные ключи, правило целостности сущностей?
45. Методы интеллектуального анализа данных.
46. Основные операции над множествами: объединение, пересечение, вычитание.
47. Что такое «атрибут отношения», «степень отношения», «мощность отношения»?
48. Типы связей «один к одному», «один ко многим», «много ко многим».
49. Что такое «декартово произведение множеств», «степень декартового произведения»?
50. Дать определение понятиям: «реляционная база данных», «схема реляционной базы данных».

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов. Билет содержит два теоретических вопроса и одну задачу, относящихся к разным разделам дисциплины.

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

8.4 Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (5 семестр)

Экзамен по дисциплине «Информационные системы хранения и обработки данных» проводится в 5 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам учебной программы дисциплины. Билет для экзамена с оценкой состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

*«Утверждаю»
зав. кафедрой*

Н.В. Меньшутина
(Подпись) (И.О. Фамилия)
«__» _____ 20__ г.

*Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации*

**Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева**

**Кафедра химического и фармацевтического инжиниринга
Направление подготовки 18.03.02 Энерго- и
ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии
Магистерская программа – «Основные процессы химических
производств и химическая кибернетика»
«Информационные системы хранения и обработки данных»**

Билет № 1

1. Лабораторные информационные системы (LIMS).
2. Что такое «Первая нормальная форма» отношения.
3. Какие операции могут нарушить ссылочную целостность родительского и дочернего отношения.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 Рекомендуемая литература

А. Основная литература:

1. Н.В. Меньшутина, А.В. Матасов. Современные информационные системы хранения данных, обработки и анализа данных для предприятий химической и смежных отраслей – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 308 с.
2. А.В. Матасов, Н.В. Меньшутина, О.В. Сидоркин. Системы автоматизированной поддержки принятия решений в задачах химической технологии, экологии и фармацевтики: учеб. Пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 168 с.
3. Меньшутина Н.В., Мишина Ю.В., Алвес С.В., Гордиенко М.Г., Гусева Е.В., Троянкин А.Ю. Инновационные технологии и оборудование фармацевтического производства. – Т.2. – М.: Издательство БИНОМ, 2013- 480 с.

Б. Дополнительная литература

1. Информационные системы и базы данных фармацевтике : учеб. пособие / Т.В. Мещерякова , Н.В. Меньшутина, С.В. Гончарова и др. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2002. - 92 с.
2. Кафаров В.В., Дорохов И.Н. Системный анализ процессов химической технологии: Основы стратегии. М.: Наука, 1976.

9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- Журнал «Программные продукты и системы» ISSN 0236-235X (Print). ISSN 2311-2735(Online).
- Журнал «Автоматизация в промышленности» ISSN 1819-5962 (Print).
- Журнал «Современные технологии автоматизации» ISSN 0206-975X (Print).
- Журнал «Химико-фармацевтический журнал» ISSN 0023-1134 (Print).
- Журнал «Аналитика» ISSN 2227-572X (Print).
- Журнал «Фармация и фармакология» ISSN 2307-9266 (Print). ISSN 2413-2241(Online).
- Journal of Pharmaceutical Research International. ISSN 2456-9119 (Print). ISSN 2231-2919 (Online).
- Pharmaceutical Chemistry Journal. ISSN 0091-150X (Print). ISSN 1573-9031 (Online).
- Журнал «Российские нанотехнологии» ISSN 1992-7223 (Print) ISSN 1992-4068 (Online).
- Журнал «Нанотехнологии: разработка, применение — XXI век» ISSN 2225-0980 (Print).
- Российский Электронный наножурнал. ООО «Парк-медиа». [Электронный ресурс] <http://www.nanojournal.ru>
- Наномир - интернет-журнал о нанотехнологиях. [Электронный ресурс] <http://www.miracle-uni.ru>
- Журнал «Nature Nanotechnology» 1748-3387 (Print) and 1748-3395 (Online).
- Journal of Non-Crystalline Solids. ISSN: 0022-3093 (Print).
- Политематические базы данных (БД): США: CAPLUS; COMPENDEX;

Великобритания: INSPEC; Франция: PASCAL.

– Ресурсы ELSEVIER: www.sciencedirect.com.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

1. Каталог программных продуктов и СУБД компании ANSYS. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cae-expert.ru/> (дата обращения: 07.02.2023).

2. Каталог программных продуктов и СУБД компании Oracle. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.oracle.com/ru/index.html> (дата обращения: 07.02.2023).

Сайты на актуальные компании производителей программных продуктов обновления ежегодно обновляются.

9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины

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

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16;
- конспекты лекций в формате *.pdf – 16;
- банк вариантов контрольных работ – 50;
- банк вариантов лабораторных работ – 50;
- банк билетов для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен) – 50;
- предустановленное лицензионное программное обеспечение в компьютерном классе (Windows, Microsoft Office).

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. При этом первый пункт списка дополняется или заменяется на:

- доступ к групповым чатам (ЕИОС), к вебинарам (webinar.ru, zoom.us), онлайн-конференции в Skype, электронная почта.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1 727 628 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с рабочим планом занятия по дисциплине «Информационные системы хранения и обработки данных» проводятся в форме лекций, лабораторных работ и самостоятельной работы студента.

11.1 Оборудование, необходимое в образовательном процессе

На кафедре ХФИ, где проводятся занятия по дисциплине, имеется 2 учебные аудитории с 48 компьютерами из которых 37 компьютеров используются в образовательном процессе. При этом число компьютеров, объединенных в локальные сети и имеющих выход в интернет, 33. Для проведения лабораторных занятий по дисциплине имеются: учебная аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием, имеющая 6 персональных компьютеров, объединенных в локальную сеть с выходом в сеть Интернет.

Кафедра обладает стандартным и специализированным лицензионным программным обеспечением, приведенным в разделе 13.5.

11.2 Учебно-наглядные пособия

По дисциплине «Информационные системы хранения и обработки данных» доступны учебные материалы. Реализованы лекции по учебным разделам в соответствии с программой дисциплины в виде презентаций. Доступны комплексы практических и лабораторных работ и требования к отчетам, варианты заданий, руководство по работе с оборудованием.

При необходимости продолжается также использование в учебном процессе и для самостоятельной подготовки студентов ранее разработанных информационно-образовательных ресурсов кафедры ХФИ, компьютерные конспекты лекций; видеоуроки для проведения лабораторных занятий, направленных на приобретение навыков работы с оборудованием; комплексы лабораторных работ; электронные учебные пособия; глоссарии основных понятий и определений в предметной области. Организован доступ к свободно распространяемым образовательным порталам и сайтам для использования информационно-справочных ресурсов.

Бакалавры могут использовать данные электронные ресурсы для самостоятельной подготовки, а в последующем – при выполнении научно-исследовательской работы и написания выпускной квалификационной работы.

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

На кафедре ХФИ, реализующей основную профессиональную образовательную программу по направлению 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии магистерской профилю «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика», имеются в достаточном количестве персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, USB-портами, принтерами, многофункциональными устройствами и программными средствами; мультимедийное проекционное оборудование; веб-камеры; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет; беспроводная точка доступа в локальную сеть и сеть Интернет.

11.4 Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

На кафедре ХФИ 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 ХФИ для бакалавров, 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.

11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Систематизация данных, способы хранения данных	Знает: основные способы нахождения, обработки и хранения данных; основные способы решения типовых прикладных задач химико-технологических, фармацевтических, нефтеперерабатывающих производств с использованием современных информационных систем хранения и обработки данных. Умеет: правильно осуществлять выбор наиболее подходящего способа нахождения, обработки и хранения данных. Владеет: основными способами нахождения, обработки и хранения данных.	Оценка за лабораторные работы №1 Оценка за контрольную работу №1. Оценка на экзамене
Раздел 2. Методы обработки данных. Программное обеспечение	Знает: основные способы нахождения, обработки и хранения данных; основные особенности создания информационных приложений; основы проектирования современных информационных и интеллектуальных систем; основные способы решения типовых прикладных задач химико-технологических, фармацевтических, нефтеперерабатывающих производств с использованием современных информационных систем хранения и обработки данных. Умеет: правильно осуществлять выбор наиболее подходящего способа нахождения,	Оценка за лабораторные работы №2, 3. Оценка за контрольную работу №2. Оценка на экзамене

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>обработки и хранения данных; создавать информационные приложения для решения математических, технологических и исследовательских задач.</p> <p>Владеет: основными способами нахождения, обработки и хранения данных; стандартными пакетами прикладных программ для решения математических, типовых технологических и исследовательских задач химико-технологических, фармацевтических, нефтеперерабатывающих производств; основами проектирования современных информационных и интеллектуальных систем.</p>	
<p>Раздел 3. Примеры хранения и обработки данных для химических, нефтеперерабатывающих и фармацевтических предприятий</p>	<p>Знает: основные способы нахождения, обработки и хранения данных; основные особенности создания информационных приложений; основы проектирования современных информационных и интеллектуальных систем; основные современные пакеты прикладных программ для промышленного проектирования химико-технологических, фармацевтических, нефтеперерабатывающих производств; основные способы решения типовых прикладных задач химико-технологических, фармацевтических, нефтеперерабатывающих производств с использованием современных информационных систем хранения и обработки данных.</p> <p>Умеет: правильно осуществлять выбор наиболее подходящего способа нахождения, обработки и хранения данных; создавать информационные приложения для решения математических, технологических и исследовательских задач; работать в качестве пользователя персонального компьютера, решая типовые прикладные задачи химико-технологических, фармацевтических, нефтеперерабатывающих производств с использованием современных информационных систем хранения и обработки данных.</p>	<p>Оценка на экзамене.</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>Владеет: основными способами нахождения, обработки и хранения данных; стандартными пакетами прикладных программ для решения математических, типовых технологических и исследовательских задач химико-технологических, фармацевтических, нефтеперерабатывающих производств; основами проектирования современных информационных и интеллектуальных систем.</p>	

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к РПД
по дисциплине
«Информационные системы хранения и обработки данных»
основной образовательной программы
18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии»
Профиль «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика»
Квалификация - бакалавр**

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20__ г.

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



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

Ф. А. Колоколов

19 » июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«История России»

Направление подготовки 18.03.02 – «Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»
(Код и наименование направления подготовки)

Профиль подготовки – все профили подготовки
(Наименование профиля подготовки)

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«19» июня 2023 г.

Председатель  Н.А. Макаров

Москва 2023

Программа составлена зав. кафедрой истории и политологии, доктором исторических наук, доцентом Селивёрстовой Н. М.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры истории и политологии РХТУ им. Д. И. Менделеева «18» мая 2023 г., протокол №9

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **18.03.02 – «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **истории и политологии** РХТУ им. Д. И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 2 и 3 семестров.

Дисциплина **«История России»** относится к обязательной части 1 блока дисциплин учебного плана (Б1.О.02). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области истории.

Цель дисциплины – формирование у студентов общегражданской идентичности, основанной на понимании исторического опыта строительства российской государственности на всех его этапах, понимании того, что на всем протяжении российской истории сильная центральная власть имела важнейшее значение для построения и сохранения единого культурно-исторического пространства национальной государственности.

Поставленная цель достигается освоением студентами базовых категорий и понятий исторической науки, изучением исторических закономерностей.

Задачи дисциплины –

- сформировать у студентов цельный образ истории России с пониманием ее специфических проблем, синхронизировать российский исторический процесс с общемировым, а также развить умения работы с историческими источниками и научной литературой;
- помочь студенту овладеть знаниями исторических фактов – дат, мест, участников и результатов важнейших событий, а также исторических названий, терминов; усвоить исторические понятия, концепции; обратить особое внимание на периоды, когда Россия сталкивалась с серьезными историческими вызовами или переживала кризисы, рассмотреть вызвавшие их причины и предпосылки, а также пути преодоления; исторический опыт национальной и конфессиональной политики Российского государства на всех этапах его существования (включая периоды Российской империи и Советского Союза) по достижению межнационального мира и согласия, взаимного влияния и взаимопроникновения культур;
- выработать у студентов навыки и умения извлекать информацию из исторических источников, применять ее для решения познавательных задач; использовать приемы исторического описания (рассказ о событиях, процессах, явлениях) и объяснения (раскрытие причин и следствий событий, выявление в них общего и различного, определение их характера, классификация и др.);
- сформировать представление об оценках исторических событий и явлений, навыки критического мышления (умение определять и обосновывать свое отношение к историческим и современным событиям, их участникам);
- сформировать у будущих специалистов патриотически ориентированную политическую культуру на основе понимания исторических аспектов актуальных геополитических и социальных проблем, источников их возникновения и возможных путей их разрешения с учетом имеющегося у человечества исторического опыта;
- сформировать ответственность будущего специалиста за результаты своей деятельности, помочь определить собственные параметры его жизни, ценности и нормы поведения на производстве, в научных учреждениях, в предпринимательской деятельности и личном участии в общественных преобразованиях, а также нравственные ориентиры в разрешении глобальных проблем современности;

- сформировать у студентов представление об историческом пути российской цивилизации как неотъемлемой части мирового исторического процесса через изучение основных культурно-исторических эпох;
- сформировать у студентов целостное представление об основных периодах и тенденциях развития многонационального российского государства с древнейших времен по настоящее время;
- обучить студентов выделению, анализу наиболее существенных связей и признаков исторических явлений и процессов, систематизации и обобщению исторических источников, сведению отдельных и часто разрозненных фактов и событий в стройную систему достоверных знаний, выявлению причинно-следственных связей между ними, глубинных процессов, определяющих ход общественного развития, его движущие силы и мотивацию;
- сформировать подход к истории российского государства как к непрерывному процессу обретения национальной идентичности, становления единого культурно-исторического пространства;
- выработать потребность в компаративистском подходе к оценке сходных процессов и явлений, таких как освоение новых территорий, строительство империи, складывание форм и типов государственности, организационных форм социума и др.;
- выработать сознательное оценочное отношение к историческим деятелям, процессам и явлениям, исключая возможность возникновения внутренних противоречий и взаимоисключающих трактовок исторических событий, в том числе имеющих существенное значение для отдельных регионов России;
- выработать сознательное отношение к истории прошлого региона как основы для формирования исторического сознания, воспитания общегражданской идентичности и патриотизма.

Дисциплина «*История России*» преподается во 2 и 3 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Межкультурное взаимодействие	УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском	УК-5.1. Знает основные социально-философские подходы; закономерности и трактовки исторических явлений; понимает сущность культурного разнообразия в обществе. УК-5.2. Умеет понимать и воспринимать разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах УК-5.3. Владеет навыками адекватного

	контекстах	восприятия межкультурного разнообразия общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах; конструктивного взаимодействия в мире культурного многообразия с использованием признанных этических норм.
--	------------	--

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

– основные исторические этапы развития общества; основные тенденции отечественной истории в контексте мировой истории с древнейших времен по настоящее время;

– основные даты, участников и результаты важнейших исторических событий;
– место и роль России в истории человечества и в современном мире; наиболее существенные связи и признаки исторических явлений и процессов.

Уметь:

– учитывать ценности мировой и российской культуры для развития навыков межкультурного диалога;

– использовать знание и понимание проблем человека в современном мире;
– ориентироваться в мировом историческом процессе, анализировать процессы и явления, происходящие в обществе; соотносить их с исторически возникшими мировоззренческими системами;

– определять собственную позицию по отношению к окружающему миру, осознавать самобытность российской истории, и ее непосредственную взаимосвязь с различными этическими, религиозными и ценностными системами, сообществами.

Владеть:

– навыками определять и аргументировано представлять собственное отношение к дискуссионным проблемам истории, опираясь на знание мировой и российской истории, социокультурных традиций России и мира;

– навыками оценочной деятельности (умение определять и обосновывать свое отношение к историческим и современным событиям, их участникам);

– приемами исторического описания (рассказ о событиях, процессах, явлениях) и объяснения (раскрытие причин и следствий событий, выявление в них общего и различного, определение их характера, классификация и др.).

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			№ 2		№ 3	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	2	72	2	72
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,56	128	1,78	64	1,78	64
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-
Лекции	1,78	64	0,89	32	0,89	32
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	0,4	16	0,2	8	0,2	8
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	0,4	0,8	0,2	0,4	0,2	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		15,2		7,6		7,6
Виды контроля:						
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Зачет с оценкой	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			№ 2		№ 3	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	108	2	54	2	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,56	96	1,78	48	1,78	48
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-
Лекции	1,78	48	0,89	24	0,89	24
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-		
Практические занятия (ПЗ)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	0,4	12	0,2	6	0,2	6
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	0,4	0,6	0,2	0,3	0,2	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		11,4		5,7		5,7
Виды контроля:						
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Зачет с оценкой	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов						
		Всего	в т. ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лекции	в т. ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т. ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
1.	Раздел 1. Общие вопросы истории	5	-	2	-	2	-	1
1.1	Место истории в системе наук. Основы методологии исторической науки. История России как часть мировой истории.	5	-	2	-	2	-	1
2.	Раздел 2. Народы и государства на территории современной России в древности. Русь в IX – первой трети XIII вв.	18	-	8	-	8	-	2
2.1	Мир в древности и в раннем Средневековье.	9	-	4	-	4	-	1
2.2	Образование государства Русь и особенности его развития до нач. XIII в.	9	-	4	-	4	-	1
3.	Раздел 3. Русь в XIII–XV вв.	18	-	8	-	8	-	2
3.1	Русские земли и мир в середине XIII — XV в.	18	-	8	-	8	-	2
4.	Раздел 4. Россия в XVI–XVII вв.	18	-	8	-	8	-	2
4.1	Россия и мир в XVI в.	9	-	4	-	4	-	1
4.2	Россия и мир в XVII в.	9	-	4	-	4	-	1
5.	Раздел 5. Россия в XVIII веке.	14	-	6	-	6	-	2
5.1	Россия и мир в XVIII веке.	14	-	6	-	6	-	2

		73		32		32		9
6	Раздел 6. Российская империя в XIX – начале XX в.	26	-	12	-	12	-	2
6.1.	Российская империя и мир в XIX веке.	17	-	8	-	8	-	1
6.2	Российская империя и мир в 1900–1917 гг.	9	-	4	-	4	-	1
7.	Раздел 7. Россия и СССР в советскую эпоху (1917–1991)	31	-	14	-	14	-	3
7.1.	Развития России и СССР в 1917–1945 гг.	18	-	8	-	8	-	2
7.2.	Развитие СССР в 1946–1991 гг.	13	-	6	-	6	-	1
8.	Раздел 8. Современная Российская Федерация (1991–2022)	14	-	6	-	6	-	2
8.1	Россия в 1990-е гг.	9	-	4	-	4	-	1
8.2	Россия в XXI в.	5	-	2	-	2	-	1
		71		32		32		7
	ИТОГО	144	-	64	-	64	-	16

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Общие вопросы истории

1.1. Место истории в системе наук. Основы методологии исторической науки. История России как часть мировой истории.

Что такое история? Становление науки истории.

Методология исторической науки. Методы исторического исследования.

Принципы периодизации в истории. Древний мир, Средние века, Новая история, Новейшая история. Общее и особенное в истории разных стран и народов.

Что такое исторический источник? Роль исторических источников в изучении истории. Типы и виды исторических источников. Специальные исторические дисциплины.

Хронология, периодизация, историческая география. Научная хронология и летосчисление в истории России. Периодизация истории России в связи с основными этапами в развитии российской государственности от возникновения государства Русь в IX в. до современной Российской Федерации.

История России как часть мировой истории. Необходимость изучения истории России во взаимосвязи с историей других стран и народов, в связи с основными событиями и процессами, оказавшими большое влияние на ход мировой истории.

Раздел 2. Народы и государства на территории современной России в древности. Русь в IX – первой трети XIII вв.

2.1. Мир в древности и в раннем Средневековье.

Народы и политические образования на территории современной России в древности.

Основные направления развития и особенности древневосточной, древнегреческой и древнеримской цивилизаций. Античные города-государства Северного Причерноморья. Боспорское царство. Скифы. Степная зона. Кочевые общества евразийских степей.

Восточная Европа в середине I тыс. н. э. Великое переселение народов. Вопрос о славянской прародине и происхождении славян. Расселение славян, их разделение на три ветви: восточных, западных и южных. Славянские общности Восточной Европы. Хозяйство восточных славян, их общественный строй и политическая организация. Возникновение княжеской власти. Религиозные представления.

2.2. Образование государства Русь и особенности его развития до нач. XIII в.

Политогенез в раннесредневековой Европе. Первые известия о Руси. Проблема образования Древнерусского государства. Формирование территории государства Русь. Дань и полюдье. Первые русские князья. Отношения с Византийской империей, странами Центральной, Западной и Северной Европы, кочевниками европейских степей. Торговые пути. Русь в международной торговле. Принятие христианства и его значение.

Русь в конце X — начале XII в. Общественный строй Руси: дискуссии в исторической науке. Проблема «феодализма» в целом и в древней Руси в частности. Особенности общественного строя в период Средневековья в странах Европы и Азии (Китай, Япония). Княжеско-дружинная элита, духовенство. Городское население. Категории рядового и зависимого населения. «Служебная организация» и вопрос о центральноевропейской социально-экономической модели на Руси. Древнерусское право.

Внешняя политика и международные связи: отношения с Византией, печенегами, половцами, странами Центральной, Западной и Северной Европы.

Русь в середине XII — начале XIII в. Формирование земель — самостоятельных политических образований («княжеств»). Важнейшие земли и особенности их социально-экономического и политического развития: Киевская, Черниговская, Смоленская,

Галицкая, Волынская, Суздальская, Рязанская, Новгород — и начало формирования республиканского строя/

Раздел 3. Русь в XIII–XV вв.

3.1. Русские земли и мир в середине XIII–XV в.

Монгольская империя. Завоевания Чингисхана и его потомков. Походы Батыея в Восточную и Центральную Европу. Возникновение Орды. Судьбы русских земель после монгольского нашествия. Система зависимости русских земель от ордынских ханов. Дискуссии о роли ордынского владычества в истории России.

Южные и западные русские земли. Возникновение Литовского государства и включение в его состав части русских земель.

Северо-западные земли. Эволюция республиканского строя в Новгороде и Пскове. Вече, выборные должностные лица. Роль князя. Новгород в системе балтийских связей. Республики и городские коммуны Средневековья и Раннего Нового времени в Европе. Католическая церковь в Средние века. Папство. Крестовые походы. Ордена крестоносцев и отношения с ними русских земель. Александр Невский.

Княжества Северо-Восточной Руси. Усиление Московского княжества. Дмитрий Донской. Куликовская битва. Закрепление первенствующего положения московских князей. Дискуссии об альтернативных путях объединения русских земель.

Формирование единого Русского государства в XV в. Образование национальных государств в Европе: общее и особенное. Объединение русских земель вокруг Москвы. Иван III. Ликвидация зависимости от Орды. Падение Константинополя и изменение церковно-политической роли Москвы в православном мире. Возникновение доктрины «Москва — третий Рим». Принятие общерусского Судебника. Положение крестьян по Судебнику 1497 г. (Юрьев день). Формирование аппарата управления единого государства. Двор великого князя, государственная символика.

Древнерусская культура. Дохристианская культура восточных славян и соседних народов. Основные достижения мировой культуры в эпоху Средневековья. Крещение Руси и его роль в дальнейшем развитии русской культуры. Основные жанры древнерусской литературы.

Начало каменного строительства. Софийские соборы в Киеве, Новгороде, Полоцке. Влияние Византии и Западной Европы на архитектуру древней Руси. Владимиро-суздальские и новгородские храмы. Возобновление каменного строительства после монгольского нашествия.

Древнерусское изобразительное искусство: мозаики, фрески, иконы. Творчество Феофана Грека, Андрея Рублева. Приглашение Иваном III иноземных мастеров. Ансамбль Московского Кремля.

Раздел 4. Россия в XVI–XVII вв.

4.1. Россия и мир в XVI в.

Россия в начале XVI в. Завершение процесса объединения русских земель под властью великих князей московских. Великий князь Василий III Иванович. Усиление великокняжеской власти. Формирование аппарата центрального управления.

Начало эпохи Великих географических открытий и расширение горизонтов европейской цивилизации. Открытие Америки. Первые кругосветные путешествия. Смещение основных торговых путей в океаны. «Революция цен». Становление капиталистических форм производства и обмена в Западной Европе, «Второе издание крепостничества» в странах к Востоку от Эльбы.

Реформация и контрреформация в Европе. Религиозные войны во Франции.

Эпоха Ивана IV Грозного. Регентство великой княгини Елены Глинской. Период боярского правления. Официальное принятие Иваном IV царского титула. Правительство «Избранной рады». Реформы 50-х гг. XVI в. Особенности сословно-представительной

монархии в Европе и России. Опричнина. Споры о причинах и характере опричнины в исторической науке. Внешняя политика Московского государства. Включение в состав России земель Казанского и Астраханского ханств. Поход атамана Ермака Тимофеевича и начало присоединения Западной Сибири. Социально-экономическое развитие страны. Аграрный характер экономики Московского государства. Низкий уровень урбанизации. Преобладание архаичных способов земледелия и натурального хозяйства.

Россия на рубеже XVI–XVII вв. Экономический кризис в Московском государстве конца XVI в. Крепостнические тенденции: фактическая отмена правила Юрьева дня (указ о заповедных летах (1581) и об урочных летах (1597). Социальные и политические мотивы закрепощения крестьян. Крепостное право и поместное войско. Царствование Федора Ивановича

Смутное время. Борис Годунов. Лжедмитрий I. Углубление и расширение гражданской войны. Царствование Василия IV Ивановича Шуйского. Социальные противоречия как движущая сила в гражданской войне. Повстанческое войско Ивана Болотникова. Лжедмитрий II. Иностранная интервенция как составная часть Смутного времени. Кульминация Смуты. Договор о передаче престола польскому королевичу Владиславу. Национальный этап Смутного времени. Подъем национально-освободительного движения. Формирование Первого ополчения. Освобождение столицы. Земский собор 1613 г. Избрание на престол Михаила Федоровича Романова. Столбовский мирный договор и Деулинское перемирие.

4.2. Россия и мир в XVII в.

Развитие торговли и ремесла. Углубление специализации отдельных районов, развитие торговых связей между разными районами страны, появление ярмарок всероссийского значения. Политика правительства в сфере внутренней и внешней торговли. Торговый (1653) и Новоторговый (1667) уставы. Первые мануфактуры. Восстания «Бунташного века».

Политическое развитие Московского государства. Соборное уложение 1649 г. — общерусский свод законов. Церковная реформа и раскол Русской православной церкви.

Смоленская война с Речью Посполитой. Переяславская рада и решение о включении украинских земель в состав Российского государства. Русско-польская война. Андрусовское перемирие.

Новое время. Война в Нидерландах против испанского владычества. Гражданская война в Англии. «Пороховая революция» и изменения в организации вооруженных сил европейских стран. Тридцатилетняя война (1618–1648) и Вестфальский мирный договор. Закат могущества империи Габсбургов и усиление Англии, Франции и Голландии. Начало колонизации европейскими государствами территорий Северной Америки.

Культура России в XVI–XVII столетиях. Развитие традиций древнерусской культуры и новые веяния. Появление книгопечатания в Западной Европе и в России. Формирование старообрядческой культуры («Житие протопопа Аввакума»).

Развитие шатрового зодчества в XVI в. (церковь Вознесения в Коломенском, собор Василия Блаженного). Появление национального стиля в русской архитектуре XVII в. — «русское узорочье». Новые веяния в живописи и архитектуре конца XVII в.

Формирование культуры Нового времени. Гуманизм эпохи Возрождения. XVII век — век разума. Развитие экспериментального естествознания. Первые просветители. Т. Гоббс, Дж. Локк и др. Архитектура и живопись Европы в XVII в.

Раздел 5. Россия в XVIII веке.

5.1. Россия и мир в XVIII веке.

Петр I. Необходимость реформ. их особенности. Эволюция социальной структуры общества. Политика меркантилизма и протекционизма, Военная реформа Петра I. Строительство регулярной армии. Рекрутские наборы. Создание военного флота.

Преобразования в области государственного управления. Основные принципы и результаты: усиление самодержавной власти, централизация, развитие бюрократии. Отмена патриаршества, учреждение Синода. Становление регулярного государства. Формирование Российской империи. Основные направления «европеизации» страны. Дальнейшее расширение границ Российской империи. Преобразования в области культуры и быта. Итоги и значение модернизации, ее влияние на путь исторического развития Российского государства. Дискуссии вокруг оценок деятельности Петра I, проблема цены реформ.

Эпоха «дворцовых переворотов». 1725–1762 гг. их причины. Семилетняя война.

Россия во второй половине XVIII в. Эпоха Екатерины II. Распространение идей Просвещения в Европе. Их влияние в политике, общественной жизни, культуре. Идеи Вольтера, Ш. Монтескье, Ж.-Ж. Руссо, французской «Энциклопедии».

Вопрос о просвещенном абсолютизме в России. Уложенная комиссия 1767–1769 гг. Крепостное хозяйство и крепостное право в системе хозяйственных и социальных отношений. Обострение социальных противоречий. Восстание под предводительством Емельяна Пугачева. Губернская реформа Екатерины II. Формирование сословной структуры российского общества. Положение дворянства. Внешняя политика России середины и второй половины XVIII в. Войны с Османской империей и их результаты. Участие России в разделах Речи Посполитой.

Кризис абсолютизма в ряде европейских стран. Война североамериканских колоний Англии за независимость. Российская «Декларация о вооруженном нейтралитете». Образование США. Революция во Франции.

Россия и революция во Франции. Павел I. Основные черты, особенности и цели его внутренней политики. Указ о «трехдневной барщине». Устав о престолонаследии. Внешняя политика Павла I. Причины свержения Павла I. Дворцовый переворот 1801 г.

Русская культура XVIII в. Идеология Просвещения и ее влияние на развитие русской культуры XVIII в. Становление российской науки. Географические экспедиции. Создание Академии художеств, расцвет русского портрета. Достижения в области монументальной и портретной скульптуры. Развитие архитектуры.

Раздел 6. Российская империя в XIX – начале XX в.

6.1. Российская империя и мир в XIX веке.

Александр I. Реформы первой четверти XIX века. Россия в системе международных отношений. Участие в антифранцузских коалициях. Тильзитский мир и его последствия. Участие России в континентальной блокаде. Отечественная война 1812 г. Заграничные походы русской армии. Венский конгресс. Идеиные основания и политическая роль «Священного союза».

Революционизм в Европе. Движение декабристов.

Николай I. Государственный строй в николаевской России. Роль Собственной Его Императорского Величества Канцелярии в процессе выработки правительственных решений. Кодификация законодательства. Крестьянский вопрос в царствование Николая I. Перемены во внешнеполитическом курсе во второй четверти XIX в. Война на Северном Кавказе. Россия и европейские революции. Эпоха 1848 г. («Весна народов») и изменения во внутриполитическом курсе России. Крымская война.

Промышленный переворот в Европе и России: общее и особенное. Важнейшие условия перехода России к индустриальному обществу – решение крестьянского вопроса и ограничение самодержавия.

Русская общественная мысль второй четверти XIX в.

Великие реформы Александра II как модернизационный проект. Крестьянская реформа 1861 г.: причины, этапы подготовки, последствия. Земская, городская, судебная реформа. Реформы в области образования, печати. Военная реформа. Социальные и

экономические последствия Великих реформ. Индустриализация и урбанизация. Развитие железнодорожной сети. Русско-турецкая война (1877–1878).

Русское народничество: освоение и переосмысление наследия А. И. Герцена. Хождение в народ. Революционный террор конца 1870 — начала 1880-х гг. Деятельность организации «Народная воля». Попытки диалога власти и общества в 1878–1881 гг. Убийство народовольцами императора Александра II.

Александр III. Манифест о незыблемости самодержавия. Вопрос о программе нового царствования: контрреформы или политика стабилизации. Экономический рост 1890-х гг.: причины и масштабы. Бум железнодорожного строительства. Формирование новых промышленных регионов.

Становление блоковой системы в Европе конца XIX — начала XX в. Первые марксистские кружки. Особенности русского марксизма рубежа XIX–XX вв.

6.2. Российская империя и мир в 1900–1917 гг.

Общие итоги российской модернизации к началу XX века.

Зарождение политических организаций и партий в России в конце XIX — начале XX в. Первая российская революция. Манифест 17 октября 1905 г. и его последствия. Московское декабрьское вооруженное восстание. Государственная дума начала XX века как первый опыт российского парламентаризма. «Третьеиюньская» политическая система. Столыпинская аграрная реформа.

Первая мировая война и участие в ней России. Этапы военных действий на Восточном фронте. Социальные последствия Мировой войны: массовая мобилизация, беженцы, дезертиры. Рост влияния общественных организаций: Всероссийский земский союз, Всероссийский союз городов, Земгор. Формирование Прогрессивного блока, его требования. Нарастание политических противоречий в январе – феврале 1917 г.

Культура в России XIX — начала XX в. Промышленная революция и ее роль в развитии техники и технологии. Новые теории в изучении живых существ. Эволюционная теория Ч. Дарвина. Возникновение генетики. Исследования в области физиологии человека и психологии. Вклад российских ученых в развитие мировой науки (работы Н.И. Лобачевского, периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева, работы по физиологии И.П. Павлова и др.).

«Золотой и Серебряный век» русской литературы. Переход к реалистическому искусству в произведениях участников «Товарищества передвижных художественных выставок».

Влияние стиля модерн в мировом и российском искусстве. Развитие национальной театральной и музыкальной культуры.

Раздел 7. Россия и СССР в советскую эпоху (1917–1991).

7.1. Развитие России и СССР в 1917–1945 гг.

Причины революционного кризиса 1917 г. Февральские события в Петрограде. Отречение Николая II. Причины и формы взаимодействия Петросовета и Временного правительства. Политика большевиков по отношению к Временному правительству и ее динамика — от поддержки Двоевластия к лозунгу «Вся власть советам!». Июльский кризис, конец Двоевластия, «Корниловский мятеж» и его подавление. Нарастание экономических трудностей, радикализация широких народных масс, рост влияния большевиков. Сокращение социальной базы сторонников Временного правительства. Свержение Временного правительства, захват власти большевиками в октябре 1917 г. Созыв и разгон Учредительного собрания. Формирование советской государственности: Совет народных комиссаров, Высший совет народного хозяйства и местные совнархозы. Создание ВЧК. Споры вокруг национализации промышленности. Конституция РСФСР 1918 г. Брестский мир

Гражданская война как особый этап революции. Восстание чехословацкого корпуса. Выступление левых эсеров. Революция в Германии и вывод немецких войск с территории России. Основные фронты Гражданской войны и военные действия на них. Интервенция иностранных войск. Идеология Белого движения и важнейшие правительства «белых»: КОМУЧ, Директория, правительственные структуры А.В. Колчака и А.И. Деникина. Удельный вес монархических, либерально- демократических и социалистических течений в «белом» движении. Красный и белый террор. Политика «Военного коммунизма». Советские идеологические и культурные новации периода Гражданской войны.

Судьба и значение НЭПа. Кризисы НЭПа и их объективные причины. Утверждение однопартийной политической системы. Образование СССР. Культурное развитие в 1920-е гг. Политика ликвидации безграмотности и ее практические результаты к концу десятилетия. Политическая борьба в партии и государстве.

СССР в годы первых пятилеток (конец 20-х гг. – 30-е гг.). Переход к политике форсированной индустриализации. Переход к политике массовой коллективизации. Формирование режима личной власти Сталина и командно-административной системы управления государством. Окончательное свертывание внутрипартийной демократии. Завершение трансформации партии в основную властную структуру механизма управления СССР. Конституция СССР 1936 г. Массовый энтузиазм — причины и результаты. Культурная революция. Просвещение и образование в СССР в 1930-х гг. Государственный контроль над сферой искусства. Концепция «соцгорода». Генеральный план реконструкции Москвы. Строительство метро. Тенденции в архитектуре и их воплощение в 1930-е гг. Становление советского кинематографа. Музыкальное искусство и его образцы.

Внешняя политика СССР в 20-30-е гг. Деятельность Коминтерна. «Великая депрессия» 1929–1933 гг. на Западе и поиск выхода из кризиса. Приход к власти в Италии и Германии фашистского и нацистского режимов. Обострение международной ситуации в конце 1930-х гг. Вооруженные конфликты на Дальнем Востоке. Мюнхенская конференция 1938 г. и её последствия. Советско-германский договор 1939 г. (пакт Риббентропа-Молотова) и секретные протоколы к нему. Начало Второй мировой войны.

Германский план «Барбаросса». Нападение нацистской Германии на СССР. Боевые действия летом 1941 — зимой 1941/42 гг. . Массовый героизм советских воинов. Важнейшие сражения лета – осени 1941 г. Смоленское сражение, Киевское сражение, оборона Одессы, оборона Севастополя, Блокада Ленинграда.

Победа под Москвой и ее историческое значение. Антигитлеровская коалиция. Наиболее значимые решения советского правительства по организации отпора врагу: создание Государственного Комитета Обороны, перевод промышленности на военные рельсы, массовая эвакуация промышленных мощностей, перманентная мобилизация.

Массовые преступления гитлеровцев на временно оккупированной территории СССР. Бесчеловечное обращение гитлеровцев с советскими военнопленными. Становление партизанского движения в тылу противника.

Сталинградские сражение — решающий акт коренного перелома в Великой Отечественной и во всей Второй мировой войне. Курская битва и окончательный переход стратегической инициативы к Красной армии. Окончательное освобождение территории СССР и освободительный поход в Восточную и Центральную Европу. Важнейшие сражения: операция «Багратион», Яско-Кишиневская операция, Будапештское сражение, Висло- Одерская операция, Балатонское сражение, Берлинская операция. Освобождение Праги. Капитуляция Германии.

Культура в годы Великой Отечественной войны.

Тегеранская, Ялтинская и Потсдамская конференции. Формирование основ ялтинского послевоенного мироустройства.

Советско-японская война 1945 г. и атомные бомбардировки японских городов со стороны США. Капитуляция Японии.

Итоги Великой Отечественной и Второй мировой войны. Решающий вклад СССР в победу антигитлеровской коалиции.

7.2. Развитие СССР в 1946–1991 гг.

Послевоенное восстановление экономики. «Поздний сталинизм» (1945–1953). Ужесточение политического режима и идеологического контроля. «Холодная война» и ее влияние на социально-экономическое развитие страны. «План Маршалла». Создание НАТО и ЕЭС. Создание СЭВ и ОВД.

«Оттепель» (вторая половина 1950-х — первая половина 1960-х гг.). XX съезд КПСС. Успехи в освоении космоса. Завершение в СССР процесса урбанизации и экономические последствия этого. Причины отстранения Хрущева от власти.

Власть и общество во второй половине 1960-х — начале 1980-х гг. Приход к власти Л. И. Брежнева. Экономические реформы середины 60-х годов, причины их незавершенности. СССР — вторая экономика мира. Динамика экономического развития СССР в середине 1960-х — начале 1980-х гг. по сравнению с ведущими странами Запада. Причины снижения темпов экономического развития и появления кризисных явлений к началу 1980-х гг. Отставание в производительности труда, в компьютерных технологиях, в наукоемких отраслях промышленности. Рост «теневой экономики».

Ситуация в сельском хозяйстве. Причины неудач в решении продовольственной проблемы. Вынужденное увеличение импорта зерна. Советское общество в период «позднего социализма». Принятие Конституции СССР 1977 г. Разрядка международной напряженности в 1970-е гг. Усиление внешнеполитических вызовов для СССР в первой половине 1980-х гг.

Развитие культуры и искусства СССР в послевоенный период. Советский кинематограф послевоенного периода. Развитие телевидения. Формирование культурного андеграунда.

Попытки реформирования СССР во второй половине 1980-х гг. Формирование идеологии нового курса: «ускорение», «гласность», «перестройка». Экономическая и политическая реформа. Внешняя политика периода «перестройки». «Новое мышление».

«Парад суверенитетов» — причины и следствия. Причины возникновения и обострения противостояния руководства РСФСР и руководства СССР. «Новоогаревский процесс» и договор об учреждении Союза Суверенных Государств. Путч ГКЧП, учреждение Содружества Независимых Государств, и роспуск СССР.

Раздел 8. Современная Российская Федерация (1991–2022).

8.1. Россия в 1990-е гг.

Экономическое и социально-политическое развитие России в 1990-х гг. Отказ от советской планово-директивной системы в сторону рыночной экономики. Либеральная концепция российских реформ. «Шоковая терапия» экономических реформ в начале 90-х годов. Нарастание негативных последствий реформ. Центр и российские регионы, подписание Федеративного договора 1992 г.

Политический кризис 1993 г. и его разрешение. Конституция Российской Федерации 1993 г. Экономический кризис 1998 г. Назначение премьер-министром РФ В. В. Путина и вставшие перед ним первоочередные задачи.

Внешняя политика. Курс США и НАТО на мировую гегемонию в рамках построения однополярного мира. Вступление Российской Федерации в G8 и в Совет Европы. Бомбардировки США и НАТО Югославии в 1999 г. как переломный момент взаимоотношений России с Западом. Культура России в конце XX века.

8.2. Россия в XXI в.

Экономическое и социально-политическое развитие страны в начале XXI в. Избрание в 2000 г. В.В. Путина президентом России. Приоритеты нового руководства страны. Укрепление «вертикали власти», создание федеральных округов.

Переизбрание В.В. Путина президентом в 2004 г., главные положения его политической программы. Рост устойчивости политической системы России, консолидация ведущих политических сил страны. Борьба с терроризмом на территории РФ. Избрание в 2008 г. президентом РФ Д. А. Медведева, деятельность В.В. Путина на посту премьер-министра. Принятие новой военной доктрины (2010). Переизбрание В. В. Путина президентом РФ в 2012 и 2018 гг. Конституционный референдум 2020 г.

Пандемия КОВИД и ее влияние на экономику России. Демографические потери от пандемии.

Внешняя политика в 2000–2013 гг. Вступление РФ в ВТО. Продолжение расширения НАТО на восток. Отказ НАТО учитывать интересы России. Отход России от односторонней ориентации на страны Запада, ставка на многовекторную внешнюю политику. Вступление РФ в ШОС и БРИКС. Интеграционные процессы на постсоветском пространстве. Создание ОДКБ. Образование Союзного государства России и Белоруссии.

Феномен «цветных революций» в мире и на постсоветском пространстве. Россия и «оранжевая революция» 2004 г. на Украине. Государственный переворот 2014 г. на Украине и его последствия. Воссоединение Крыма и Севастополя с Россией, создание ЛНР и ДНР. Официальное признание ЛНР и ДНР Россией. Начало специальной военной операции на Украине.

Культура России в начале XXI в.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7	Раздел 8
	Знать:								
1	– основные исторические этапы развития общества; основные тенденции отечественной истории в контексте мировой истории с древнейших времен по настоящее время;	+	+	+	+	+	+	+	+
2	– основные даты, участников и результаты важнейших исторических событий;	+	+	+	+	+	+	+	+
3	– место и роль России в истории человечества и в современном мире; наиболее существенные связи и признаки исторических явлений и процессов.	+	+	+	+	+	+	+	+
	Уметь:								
4	– учитывать ценности мировой и российской культуры для развития навыков межкультурного диалога;	+	+	+	+	+	+	+	+
5	– использовать знание и понимание проблем человека в современном мире;	+					+	+	+
6	– ориентироваться в мировом историческом процессе, анализировать процессы и явления, происходящие в обществе; соотносить их с исторически возникшими мировоззренческими системами;	+	+	+	+	+	+	+	+
7	– определять собственную позицию по отношению к окружающему миру, осознавать самобытность российской истории, и ее непосредственную взаимосвязь с различными этическими, религиозными и ценностными системами, сообществами.	+	+	+	+	+	+	+	+
	Владеть:								
8	– навыками определять и аргументировано представлять собственное отношение к дискуссионным проблемам истории, опираясь на знание мировой и российской истории, социокультурных традиций России и мира;	+	+	+	+	+	+	+	+
9	– навыками оценочной деятельности (умение определять и обосновывать свое отношение к историческим и современным событиям, их участникам);	+	+	+	+	+	+	+	+

10	– приемами исторического описания (рассказ о событиях, процессах, явлениях) и объяснения (раскрытие причин и следствий событий, выявление в них общего и различного, определение их характера, классификация и др.).		+	+	+	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие компетенции и индикаторы их достижения:										
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК								
11		– УК-5.1. Знает основные социально-философские подходы; закономерности и трактовки исторических явлений; понимает сущность культурного разнообразия в обществе;	+	+	+	+	+	+	+	+
12		– УК-5.2. Умеет понимать и воспринимать разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах;	+	+	+	+	+	+	+	+
13	УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	– УК-5.3. Владеет навыками адекватного восприятия межкультурного разнообразия общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах; конструктивного взаимодействия в мире культурного многообразия с использованием признанных этических норм.	+	+	+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Особенности истории как науки. Хронологические и географические границы Российской истории	2
2	2	Народы и политические образования на территории современной России в древности.	2
3	2	Этногенез славян. Восточные славяне до образования государства	2
4	2	Образование государства Русь.	2
5	2	Русь в конце X — начале XIII в.	2
6	3	Противостояние Руси восточной и западной агрессии	2
7	3	Особенности образования русского централизованного государства, начало его становления	2
8	3	Завершение образования русского централизованного государства	2
9	3	Древнерусская культура, роль православия в становлении единого государства.	2
10	4	Эпоха Ивана IV Грозного	2
11	4	Смутное время в России, его итоги	2
12	4	Складывание системы крепостного права	2
13	4	Проблемы изучения внутренней и внешней политики России XVII вв.	2
14	5	Реформы Петра I, его внешняя политика	2
15	5	Эпоха дворцовых переворотов и наследие Петра I	2
16	5	Реформы Екатерины II, её внешняя политика. Павел I.	2
17	6	Российская империя и мир в первой четверти XIX в.	2
18	6	Российская империя и эпоха национальных революций	2
19	6	Время Великих реформ	2
20	6	Развитие России в конце XIX в.	2
21	6	Первая русская революция и изменение политической системы.	2
22	6	Первая мировая война, её последствия для России	2
23	7	Великая Российская революция (1917–1922) и её основные этапы	2
24	7	СССР в 20–30 гг. XX в.	2
25	7	Великая Отечественная война.	2
26	7	Геноцид советского народа на оккупированных территориях в годы Великой Отечественной войны	2
27	7	СССР в послевоенные годы. Начало холодной войны.	2
28	7	СССР в 50–80 гг. XX в.	2

29	7	Эпоха «перестройки» Распад СССР.	2
30	8	Начальный этап в становлении современной России.	2
31	8	Современная Россия в XXI в.	2
32	8	История «малой родины» в истории России.	2

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая публикации из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, РИНЦ;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* (2 и 3 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ. Во втором семестре предусмотрено 4 контрольных работы, после второго, третьего, четвертого и пятого раздела (максимальная оценка 100 баллов), по 25 баллов за каждую работу.

В третьем семестре предусмотрено 3 контрольных работы, после шестого, седьмого разделов, по 30 баллов, после 8 раздела – итоговая работа, 40 баллов (максимальная оценка 100 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Написание реферативно-аналитической работы не предусмотрено.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 7 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы 1, 2, 3 и 4 (2 семестр) составляет 25 баллов за каждую. Максимальная оценка за контрольные работы 5 и 6 (3 семестр) составляет 60 баллов, по 30 баллов за каждую работу. Максимальная оценка за 7, итоговую контрольную работу составляет 40 баллов.

Раздел 1 и 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 25 вопросов, по 1 баллу за вопрос.

Вопрос 1.1.

Предметом научного познания истории является:

- а) политическая сфера в жизни общества;

- б) экономическая сфера;
- в) жизнь общества в целом;
- г) духовная жизнь общества.

Вопрос 1.2.

Научная дисциплина, которая изучает процесс развития исторического знания, называется:

- а) источниковедение;
- б) историография;
- в) археология;
- г) палеография.

Вопрос 2.3.

Цивилизации древности, возникшие на берегах крупных рек, Л. И. Мечников назвал великими историческими, потому что там возникли или были созданы:

- а) первые государства;
- б) зачатки научного знания;
- в) ирригационная система;
- г) деспотическая форма общественного устройства.

Вопрос 2.4.

Установите соответствие между понятием и его определением: к каждой позиции первого столбца подберите соответствующие позиции второго столбца.

- | | |
|------------------|---|
| а) ислам; | 1) вера в нескольких богов; |
| б) христианство; | 2) монотеистическая религия, основанная пророком Муххамедом в VII в ; |
| в) политеизм; | 3) представление о единственности Бога; |
| г) православие. | 4) религия, основанная в I в., основанная на жизни и учении Иисуса Христа; |
| | 5) направление в христианстве, сформировавшееся на территории Восточной Римской империи (Византии). |

А	Б	В	Г

Вопрос 2.5.

Полузависимыми категориями населения в Древнерусском государстве были _____ (разорившиеся общинники, пошедшие в кабалу за взятой и не отданную ссуду) и _____ (идущие в услужение, но заключившие предварительно договор).

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 25 вопросов, по 1 баллу за вопрос.

Вопрос 3.1

Что из названного позволило Москве стать центром объединения русских земель?

- а) отражение Москвой ударов рыцарей-крестоносцев;
- б) политика, проводимая московскими князьями;
- в) выгодное географическое положение;
- г) отсутствие разрушений в Москве в ходе Батыева нашествия.

Вопрос 3.2.

Москва стала религиозным центром Руси в период правления:

- а) Андрея Боголюбского;
- б) Даниила Александровича;
- в) Ивана Калиты;
- г) Дмитрия Донского.

Вопрос 3.3.

Сторонников Нила Сорского, выступавших против накопления церковью богатств, называли _____.

Вопрос 3.4.

Как звали князя, возглавлявшего русское войско в Ледовом побоище в 1242г.?

- а) Иван Калита;
- б) Андрей Боголюбский;
- в) Александр Невский;
- г) Владимир Мономах.

Вопрос 3.5.

Завершение процесса объединения русских земель вокруг Москвы пришлось на годы правления:

- а) Дмитрия Донского;
- б) Василия II;
- в) Ивана III;
- г) Василия III.

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 25 вопросов, по 1 баллу за вопрос.**Вопрос 4.1.**

Главная задача Ливонской войны:

- а) уничтожение католического Ливонского ордена;
- б) ослабление Речи Посполитой;
- в) выход России к Балтийскому морю;
- г) распространение православия в Прибалтике.

Вопрос 4.2.

Что из названного относится к причинам Смуты?

- а) династический кризис;
- б) церковный раскол;
- в) недовольство крестьян процессом закрепощения;
- г) введение рекрутчины;
- д) введение подушной подати.

Вопрос 4.3.

Расположите события в хронологическом порядке

- а) свержение царя Василия Шуйского;
- б) захват поляками Смоленска;
- в) гибель Лжедмитрия I;
- г) освобождение Москвы от поляков.

--	--	--	--

Вопрос 4.4.

Где и когда открылась первая русская высшая школа славяно-греко-латинская академия?

- а) в Киеве, в середине XVII в.;
- б) в Москве, в начале XVII в.;
- в) в Ярославле, в конце XVII в.;
- г) в Петербурге, в середине XVIII в.;
- д) в Москве, в конце XVII в.

Вопрос 4.5.

Установите соответствие между событиями и их датами:

Даты	События
а) 1648 г.;	1) Соловецкое восстание;
б) 1650 г.;	2) Соляной бунт в Москве и в др. городах;
в) 1662 г.;	3) Хлебный мятеж в Пскове и в Новгороде;
г) 1668-1676 г.;	4) Медный бунт в Москве;
д) 1670-1671 гг.	5) Восстание под предводительством Степана Разина.

А	Б	В	Г	Д

Раздел 5. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Контрольная работа содержит 25 вопросов, по 1 баллу за вопрос.

Вопрос 5.1.

Установите соответствие между событиями и датами, когда они произошли:

События:	Даты:
а) создание Сената;	1. 1720 г.
б) основание Московского университета;	2. 1762 г.
в) битва при острове Гренгам;	3. 1785 г.
г) «Манифест о вольности дворянства»;	4. 1711 г.
д) «Жалованная грамота городам».	5. 1755 г.

А	Б	В	Г	Д

Вопрос 5.2.

Как назывались специальные условия, на основании которых Анну Иоанновну приглашали на русский трон? _____.

Вопрос 5.3.

Какие из перечисленных событий относятся к царствованию Екатерины II?

- а) Полтавская битва;
- б) Восстание под руководством Емельяна Пугачева;
- в) Соляной бунт;
- г) Семилетняя война;
- д) отмена внутренних таможенных пошлин.

Вопрос 5.4.

В результате какой войны Россия получила выход к Балтийскому морю:

- а) Ливонской (1558–1583);
- б) Смоленской (1632–1634);
- в) Северной (1700–1721);
- г) Семилетней (1756–1763).

Вопрос 5.5.

Определите основные направления внешней политики России во 2-й половине XVIII в.

- а) необходимость выхода на берега Черного моря;
- б) развитие торговых связей с западными и восточными странами;
- в) продолжение воссоединения украинских и белорусских земель;
- г) присоединение к России Крымского ханства;
- д) борьба с революционной Францией.

Раздел 6. Примеры вопросов к контрольной работе № 5. Контрольная работа содержит 30 вопросов, по 1 баллу за вопрос.

Вопрос 6.1.

Оформление «теории официальной народности» относится:

- а) к 1810 – 1820 гг.;
- б) к 1830 – 1840 гг.;
- в) к 1850 – 1860 гг.;
- г) к 1880 – 1890 гг.

Вопрос 6.2.

«Весной народов» в исторической литературе называется период _____ .

Вопрос 6.3.

В каком морском сражении в ноябре 1853 г. был уничтожен почти весь турецкий флот? _____ .

Вопрос 6.4.

Что из названного характерно для царствования Николая I?

- а) создание теории официальной народности;
- б) появление революционного народничества;
- в) начало распространения марксизма в России;
- г) появление «теории малых дел»;
- д) оформление «западничества» и «славянофильства».

Вопрос 6.5.

Прочтите отрывок из сочинения историка и укажите, о каком российском императоре идет речь:

«...личные вкусы и личные убеждения и предрассудки императора... как будто не предвещали ничего особенно хорошего в отношении назревших преобразований... Это, конечно, отнюдь не умаляет его заслуги и делает её даже более важной и более ценной, поскольку он сумел стойко, мужественно и честно провести это дело, невзирая на все его трудности и не опираясь на внутренние свои склонности и симпатии, а стоя исключительно на точке зрения признанной им государственной нужды».

- а) Александр I;

- б) Николай I;
- в) Александр II;
- г) Александр III.

Раздел 7. Примеры вопросов к контрольной работе № 6. Контрольная работа содержит 30 вопросов, по 1 баллу за вопрос.

Вопрос 7.1.

Почему правительство, созданное в России в марте 1917 г., называлось Временным?

- а) оно должно было передать власть Всероссийскому съезду Советов;
- б) его полномочия ограничивались периодом ведения Россией военных действий;
- в) его состав за короткий срок изменялся более 5 раз;
- г) его полномочия ограничивались сроком созыва Учредительного собрания.

Вопрос 7.2.

Установите соответствие военачальников Красной и Белой армий в годы гражданской войны:

- | | |
|------------------|-------------------|
| 1. Красная армия | а) П. Н. Врангель |
| 2. Белая армия | б) А. И. Деникин |
| | в) М. В. Фрунзе |
| | г) С. М. Буденный |
| | д) В. И. Чапаев |
| | е) А. В. Колчак. |

1	2

Вопрос 7.3.

Образование СССР произошло _____ .

Вопрос 7.4.

В начале Великой Отечественной войны для мобилизации тыла и управления страной в военное время был образован _____ . .

Вопрос 7.5.

Что явилось результатом принятия Конституции СССР 1977 г.?

- а) создание Съезда народных депутатов СССР;
- б) провозглашение курса на строительство коммунизма;
- в) создание Государственной Думы;
- г) закрепление законодательно руководящей роли КПСС;
- д) создание Продовольственной программы.

Раздел 8. Примеры вопросов к контрольной работе № 7. Контрольная работа содержит 20 вопросов, по 2 балла за вопрос.

Вопрос 8.1.

Сколько республик подписали в 1991 г. в Алма-Ате протокол соглашения об образовании СНГ?

- а) 9;
- б) 15;
- в) 11;
- г) 13;

д) 10.

Вопрос 8.2.

Соотнесите экономическое преобразование 1992–2005 гг. и соответствующую фамилию Главы правительства, проводившего данное преобразование:

- 1) «Шоковая терапия», либерализация цен, начало приватизации государственной собственности;
- 2) Временный отказ платить по внешним и внутренним долгам (дефолт) в августе 1998 г.;
- 3) Государственная поддержка Топливо-энергетического комплекса, создание системы Государственных краткосрочных обязательств (ГКО), деноминация рубля.

- а) С. В. Кириенко;
- в) Е. Т. Гайдар;
- с) В. С. Черномырдин.

1	2	3

Вопрос 8.3.

Реализация программы перехода к рынку началась:

- а) в ноябре 1991 г.;
- б) в январе 1992 г.;
- в) в октябре 1993 г.;
- г) в декабре 1993 г.;
- д) в январе 1994 г.

Вопрос 8.4.

Как определяется общественный строй, территориально-политическая организация государства и форма правления России по Конституции 1993г.?

Вопрос 8.5.

Президентом РФ в марте 2000 г. был избран:

- а) Б. Н. Ельцин;
- б) В. С. Черномырдин;
- в) В. В. Путин;
- г) М. С. Горбачев;
- д) Е. М. Примаков.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – зачет с оценкой, 3 семестр – зачет с оценкой).

2 семестр – зачет с оценкой

1. История как наука.
2. Принципы периодизации в истории.
3. Методология исторической науки.
4. Хронологические рамки истории России, ее периодизация. Географические рамки истории России.
5. История России как часть мировой истории: сравнительный анализ основных этапов развития.
6. Народы и политические образования на территории современной России в древности.

7. Происхождение человека. Современные представления об антропогенезе.
8. Археология и ее роль в изучении прошлого: археологическая периодизация (каменный век, энеолит, бронзовый век, железный век), археологические источники, важнейшие археологические открытия.
9. Основные направления развития и особенности древневосточной, древнегреческой и древнеримской цивилизаций.
10. Средние века: понятие, хронологические рамки, периодизация.
11. Начало эпохи Средних веков: особенности развития государств
12. Восточная Европа в середине I тыс. н. э.
13. Исторические условия складывания государственности: образование государства Русь.
14. Формирование территориально-политической структуры Руси.
15. Принятие христианства на Руси, и его значение.
16. Особенности общественного строя в период Средневековья в странах Европы и Азии.
17. Территория и население государства Русь / Русская земля в конце X–XII в.
18. Экономика древней Руси: земледелие, животноводство, ремесло, промыслы.
19. Общественный строй Руси: дискуссии в исторической науке.
20. Внешняя политика и международные связи Руси: отношения с Византией, печенегами, половцами, странами Центральной, Западной и Северной Европы.
21. Русь в середине XII — начале XIII в.: формирование земель — самостоятельных политических образований («княжеств»).
22. Особенности политического развития стран Европы в середине XIII–XIV в.: эпоха кризисов.
23. Монгольская империя и ее завоевания.
24. Южные и западные русские земли в середине XIII–XIV в. Северо-западные русские земли в середине XIII–XIV в.
25. Княжества Северо-Восточной Руси в середине XIII–XIV в. Усиление Московского княжества.
26. Основные сражения русских князей в середине XIII–XIV в., и их отражение в древнерусской книжности и исторической памяти.
27. Европа и мир в эпоху Позднего Средневековья: образование национальных государств в Европе.
28. Особенности политического развития стран Восточной и Южной Азии.
29. Объединение русских земель вокруг Москвы.
30. Ликвидация зависимости Руси от Орды.
31. Социально-экономическое и политическое развитие русского государства в XIII–XV вв.
32. Церковь и великокняжеская власть в XIII–XV вв.
33. Дохристианская культура восточных славян и соседних народов.
34. Основные достижения мировой культуры в эпоху Средневековья.
35. Крещение Руси и его роль в дальнейшем развитии русской культуры.
36. Культура Древней Руси.
37. Великие географические открытия.
38. Реформация и контрреформация в Европе.
39. Завершение объединения русских земель под властью великих князей московских.
40. Эпоха Ивана Грозного, её отражение в историографии.
41. Правительство «Избранной рады» и его преобразования.
42. Опричнина: споры о причинах и характере опричнины в исторической науке.
43. Внешняя политика Российского государства в XVI в.
44. Социально-экономическое развитие страны в XVI в.

45. Экономический кризис в Российском государстве конца XVI в. Складывание системы крепостного права.
46. Правление Бориса Федоровича Годунова.
47. Начало Смутного времени: предпосылки системного кризиса Российского государства в начале XVII в.
48. Гражданская война XVII в.: внутренняя и внешняя политика самозванцев.
49. Подъем национально-освободительного движения во время гражданской войны XVII в.
50. Россия в системе международных отношений в XVII в.
51. Социально-экономическое развитие России в XVII в.
52. Продвижение российских границ на восток: освоение Сибири.
53. Общественные потрясения и трансформации XVII в.
54. Политическое развитие Российского государства в XVII в.
55. Церковная реформа и раскол Русской православной церкви.
56. Внешняя политика первых Романовых.
57. Россия и ее роль в борьбе угнетённых народов на западнорусских землях в составе Речи Посполитой.
58. Культура России в XVI в.
59. Появление книгопечатания в Западной Европе и в России.
60. Литература России XVII в.
61. Формирование старообрядческой культуры («Житие протопопа Аввакума»).
62. Развитие зодчества в XVI в., появление национального стиля в русской архитектуре XVII в. — «русское узорочье».
63. Культура Возрождения, ее отличительные черты.
64. XVII век — век разума: научная революция.
65. Западное влияние в русской культуре XVII в. и основные каналы его проникновения.
66. Роль государства и верховной власти в осуществлении реформ в эпоху преобразований Петра I.
67. Перемены в структуре российского общества в эпоху преобразований Петра I.
68. Преобразования в области государственного управления при Петре I.
69. Военная реформа Петра I.
70. Внешняя политика Петра I.
71. Экономическое развитие при Петре I,
72. Сопrotивление реформам Петра I: социальный протест.
73. Государство и церковь в эпоху Петра I.
74. Преобразования в области культуры и быта в эпоху Петра I.
75. Развитие образования и создание условий для научных исследований при Петре I.
76. Эпоха «дворцовых переворотов». 1725–1762 гг.
77. Правление Анны Иоанновны, особенности ее внутренней политики.
78. Правление Елизаветы Петровны: внутренняя и внешняя политика.
79. Петр III — результаты его кратковременного правления в сфере внутренней политики.
80. XVIII век — век Просвещения.
81. Трансформация абсолютных монархий в Европе.
82. Модернизация как переход от традиционного к индустриальному обществу.
83. 94. Россия – мост между Западом и Востоком в XVIII в.: проблема «равновесия» в рамках европейского «концерта» держав.
84. 95. Колониальная политика европейских держав.
85. 96. Уложенная комиссия 1767–1769 гг. Цели созыва, результаты работы.
86. 97. Укрепление самодержавной власти: идеология и практика.
87. 98. Губернская реформа Екатерины II.

88. Крепостное хозяйство и крепостное право в системе хозяйственных и социальных отношений при Екатерине II.
89. Политика Екатерины II и обострение социальных противоречий.
90. Формирование сословной структуры российского общества при Екатерине II.
91. Взаимоотношения государства и церкви при Екатерине II.
92. Внешняя политика России середины XVIII в.
93. Экономическая политика правительства Екатерины II.
94. Внешняя политика России второй половины XVIII в.
95. Роль России в решении важнейших вопросов международной политики в конце XVIII в.
96. Основные черты, особенности и цели внутренней и внешней политики Павла I.
97. Идеология Просвещения и ее влияние на развитие русской культуры XVIII в.
98. Школа и образование в России в XVIII в.
99. Российская наука в XVIII в.
100. Новые веяния в русском искусстве в XVIII в.

3 семестр – зачет с оценкой

1. Правительственный конституционализм начала XIX в.
2. Россия в системе международных отношений в начале XIX в.
3. Отечественная война 1812 г. и заграничные походы русской армии: роль России в освобождении Европы от наполеоновской гегемонии.
4. Российская империя и Венский конгресс: становление «европейского концерта».
5. Революционаризм в Европе и экспансия американского фронта на Запад.
6. Формирование традиций радикализма в России: декабризм как политическая мысль и политическое действие.
7. Государственный строй в России при Николае I.
8. Крестьянский вопрос в царствование Николая I.
9. Экономическое развитие второй четверти XIX в.
10. Русская общественная мысль второй четверти XIX в.
11. Перемены во внешнеполитическом курсе во второй четверти XIX в.
12. Россия и европейские революции XIX в.
13. Великие реформы Александра II.
14. Индустриализация и урбанизация XIX в.
15. Трансформация общества России в 1860–1870-х гг.
16. Принципы национальной политики Российской империи.
17. Становление блоковой системы в Европе конца XIX — начала XX в.: кризис «европейского концерта».
18. Складывание революционной традиции в России.
19. Царствование Александра III: внутренняя и внешняя политика.
20. Россия на пороге XX в.
21. Зарождение политических организаций и партий в России в конце XIX — начале XX в.
22. Образование колониальных империй XIX — начала XX в.
23. Правительство С. Ю. Витте и его реформы.
24. Партийная система России 1905–1917 гг.
25. Первая русская революция.

26. Представительная власть в России в 1906–1917 гг.
27. Первая мировая война и Россия.
28. Реформа народного просвещения в эпоху Александра I.
29. Золотой век и Серебряный век русской литературы.
30. Основные направления развития и достижения российской науки на рубеже XIX – XX вв.
31. Новые виды и направления в искусстве к. XIX нач. XX вв.
32. Великая российская революция (1917–1922) и ее основные этапы.
33. 1917 год: от Февраля к Октябрю.
34. Свержение Временного правительства, захват власти большевиками в октябре 1917 г.
35. Гражданская война как особый этап революции
36. Социально-экономические преобразования большевиков в годы Гражданской войны: политика «военного коммунизма».
37. Советские идеологические и культурные новации периода Гражданской войны.
38. Послереволюционная волна российской эмиграции.
39. Революционная волна в Европе и мире после Первой мировой войны.
40. Версальско-вашингтонская система.
41. Переход к Новой экономической политике.
42. Создание СССР.
43. Политическая борьба в СССР в 1920-е гг.
44. Социальная политика и ее реализация в 1920-е гг.
45. Политика советского руководства по отношению к церкви в 1920-1930-е гг.
46. Культурное развитие в 1920-е гг.: политика ликвидации безграмотности.
47. «Великий перелом»: переход к политике форсированной индустриализации и коллективизации.
48. Политические процессы в СССР в 1930-х гг.
49. Советский социум в 1930-е гг.
50. Культурная революция, просвещение и образование в СССР в 1930-х гг.
51. Внешняя политика СССР в 1920-е — 1930-е гг.
52. «Великая депрессия» 1929–1933 гг. на Западе и поиск выхода из кризиса.
53. Обострение международной ситуации в конце 1930-х гг.
54. Мюнхенская конференция 1938 г. и ее последствия.
55. Начало Второй мировой войны и захватническая политика Гитлера.
56. Нападение нацистской Германии на СССР: боевые действия летом 1941 — зимой 1941/42 гг.
57. Наиболее значимые решения советского правительства по организации отпора врагу.
58. Нацистский оккупационный режим: политика и практика геноцида советского народа нацистами и их пособниками.
59. Сражения на советско-германском фронте с весны 1942 г. до весны 1943 г.
60. Жизнь советских граждан в тылу.
61. Курская битва и окончательный переход стратегической инициативы к Красной армии.
62. Окончательное освобождение территории СССР и освободительный поход в Восточную и Центральную Европу.
63. Культура в годы Великой Отечественной войны.

64. СССР и союзники: Формирование Антигитлеровской коалиции, ленд-лиз и проблема «второго фронта».
65. Тегеранская, Ялтинская и Потсдамская конференции: формирование основ ялтинского послевоенного мироустройства.
66. Судебные процессы над главными военными преступниками: Нюрнбергский, Токийский, Хабаровский.
67. Итоги Великой Отечественной и Второй мировой войны.
68. Послевоенное восстановление экономики.
69. «Поздний сталинизм» (1945–1953).
70. «Холодная война» и ее влияние на социально-экономическое развитие страны, военно-техническое противостояние с Западом.
71. «Оттепель» (вторая половина 1950-х — первая половина 1960-х гг.)
72. Экономические и политические реформы периода «оттепели».
73. Изменения в общественных настроениях. Феномен «шестидесятников».
74. Власть и общество во второй половине 1960-х — начале 1980-х гг.
75. Выбор стратегического пути развития страны в середине 1960-х гг.: экономические и политические реформы.
76. Советское общество в период «позднего социализма»: приоритеты социальной политики.
77. Конституция СССР 1977 г. и общественно-политическое развитие страны.
78. Общественные настроения и критика власти: диссиденты.
79. Национальный вопрос в послевоенном СССР.
80. СССР и его роль в освобождении стран Африки и Азии от колониальной зависимости, отношения со странами «третьего мира».
81. Политика СССР по отношению к странам социалистического содружества.
82. Усиление внешнеполитических вызовов для СССР в первой половине 1980-х гг.
83. Развитие культуры и искусства СССР в послевоенный период.
84. Период «перестройки» и распада СССР (1985–1991).
85. «Парад суверенитетов» — причины и следствия.
86. Обострение межнациональных конфликтов в к. 1980-нач. 1990-х гг.
87. Внешняя политика периода «перестройки»: «Новое мышление».
88. Культура СССР в период «перестройки».
89. Экономическое и социально-политическое развитие России в 1990-х гг.
90. Экономический кризис 1998 г. и его последствия.
91. Центробежные тенденции и их преодоление российским правительством.
92. Складывание и особенности многопартийности 1990-х гг.
93. Внешняя политика России в 1990-е годы.
94. Культура России в конце XX–XXI вв.
95. Основные тенденции, проблемы и противоречия мировой истории начала XXI в.
96. Постиндустриальное общество и информационная революция.
97. Государства на постсоветском пространстве в Европе и Азии.
98. Проблемы формирования новой системы международных отношений.
99. Экономическое и социально-политическое развитие России в начале XXI в. «Цифровой прорыв» — стремительное проникновение цифровых технологий во все отрасли жизни в России в нач. XXI в.

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

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Орлов А. С., Георгиев В. А., Георгиева Н. Г. История России. (с ил.). Уч., 2-е изд. М.: Проспект, 2020. 680 с.
2. История России: учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов/ Н. А. Захарова, Л. Б. Брежнева, М. А. Голланд, Т. А. Левченкова, Н. М. Селиверстова, О. В. Шемякина ; под ред. Н. А. Захаровой. М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2014. 99 с.
3. Зуев, М. Н. История России XX — начала XXI века : учебник и практикум для вузов / М. Н. Зуев, С. Я. Лавренов. 5-е изд., испр. и доп. Москва : Издательство Юрайт, 2023. 419 с.

Б. Дополнительная литература

1. История. Рабочая тетрадь: учебно-методическое пособие/ сост. Н. А. Захарова, Л. Б. Брежнева, Т. А. Левченкова, Н. М. Селиверстова, О. В. Шемякина; под ред. Н. А. Захаровой. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2019. 132 с.
2. Орлов А. С., Георгиев В. А., Георгиева Н. Г., Сивохина Т. А. Хрестоматия по истории России с древнейших времен до наших дней. Учебное пособие. М.: Проспект, 2010. 592 с.
3. Отечественная история: Учебное пособие/Акылакунова А. К., Брежнева Л. Б., Захарова Н. А., Панкратьева И. А., Селиверстова Н. М. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2007. 340 с.
4. Всемирная история в 2 ч. Часть 1. История древнего мира и средних веков. Учебник для академического бакалавриата/ Питулько Г. Н., Полохало Ю. Н., Стецкевич Е. С., Шишкин В. В. ; Под ред. Питулько Г.Н. М.: Издательство Юрайт, 2019. 129 с.
5. Всемирная история в 2 ч. Часть 2. История нового и новейшего времени. Учебник для академического бакалавриата/ Питулько Г. Н., Полохало Ю. Н., Стецкевич Е. С., Шишкин В. В. ; Под ред. Питулько Г.Н. М.: Издательство Юрайт , 2019. 296 с.
6. Тесты по отечественной истории: учебно-методическое пособие/сост. А. К. Акылакунова, Л. Б. Брежнева, М. А. Голланд, Е. А. Прокофьева, И. А. Панкратьева, Н. М. Селиверстова; под ред. Н. М. Селиверстовой. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2009. 44 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Презентации к лекциям.

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

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

Научные журналы:

- Журнал «Вопросы истории» ISSN 0042-8779
- Журнал «Российская история» ISSN 0869-5687
- Электронный научно-образовательный журнал «История» ISSN 2079-8784 : <http://history.jes.su/about.html>

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

– <http://www.archeologia.ru/>

Портал электронных информационных ресурсов по археологии и истории Евразии с древности до нового времени. Основу Портала составляет открытая электронная библиотека по археологии, истории и смежным дисциплинам, включающая в себя научные и научно-популярные издания, учебники, статьи, публикации исторических источников и материалов раскопок, отчёты.

– <http://annales.info/sbo/contens/vi.htm>

Архив журнала «Вопросы истории»

– Без срока давности // безсрокадавности.рф

– Документы XX века // <http://doc20vek.ru/>

– <http://www.hist.msu.ru/ER/index.html>

Библиотека электронных ресурсов исторического факультета Московского Государственного Университета им. М. В. Ломоносова. Представлена полнотекстовая коллекция исторических первоисточников разных периодов отечественной и мировой истории.

– <http://www.hrono.info/>

ХРОНОС — всемирная история в Интернете (ХРОНОС) — Хронологические таблицы с древнейших времен до настоящего времени. Библиотека: исторические источники, книги, статьи. Биографический и предметный указатели. Генеалогические таблицы. Страны и государства. Перечень исторических организаций. Религии мира. Методика преподавания истории. Всемирная история в интернете. Множество материалов по истории России: «Русское время», Русь начальная по векам, всемирная история множество биографических материалов по историческим личностям, тематические таблицы: афинские архонты, римские консулы, военно-политическая хронология франков, история папства, крестовые походы (1096—1270 гг.), кровавая смута 1605—1618 годов, великая французская революция, русская культура в XVIII—XIX веке, революция в России 1905—1907, первая мировая война, революция 1917 г. в России, хроника распада России в 1917 году, гражданская война 1918—1920 в России, вторая мировая война, СССР при Хрущёве, карибский кризис, перестройка, войны и военные конфликты XX века и многое другое.

– <http://historic.ru/>

Всемирная история — Новости. Энциклопедия. Библиотека по истории. Карты электронной библиотеки. Исследования. Поиск по сайту. Ссылки.

– <http://historic.ru/about/author.shtml>

Проект «Всемирная история» создан в образовательных целях. Включает накопленный за советский период материал в виде книг, изданных в СССР, царской России и дополнен текущими исследованиями по всемирной истории и новостными статьями.

– <http://old-rus.narod.ru/>

Древнерусские карты. Хронограф. Великие князья и цари. Русские патриархи и митрополиты. Служилые чины и звания. Власть в древней Руси. Статьи и исследования.

– <http://www.praviteli.org/>

Целью создания данного электронного ресурса является изложение истории России и Советского Союза в контексте архонтологии — исторической дисциплины, изучающей историю должностей в государственных, международных, политических, религиозных и других общественных структурах. В число политических деятелей, чьи краткие биографии представлены в «Правителях России и Советского Союза» включены в основном те, кто занимал государственные посты, эквивалентные современным понятиям «глава государства» и «глава правительства». Также представлена информация о структуре высшего руководства Коммунистической партии Советского Союза и ее предшественников.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины (При необходимости)

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 32, (общее число слайдов – 320);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 300);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1 727 628 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*История России*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Аудитория, обеспеченная компьютером и мультимедийным проектором (обеспечение презентаций лекций и самостоятельных разработок студентов).

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Карты по истории.

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

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные и учебно-методические пособия по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы, электронные презентации к разделам лекционных курсов.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.
2.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.
3.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none">• Word• Excel• Power Point• Outlook• OneNote• Access• Publisher• InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Общие вопросы истории</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные исторические этапы развития общества; основные тенденции отечественной истории в контексте мировой истории с древнейших времен по настоящее время; – основные даты, участников и результаты важнейших исторических событий; – место и роль России в истории человечества и в современном мире; наиболее существенные связи и признаки исторических явлений и процессов. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – учитывать ценности мировой и российской культуры для развития навыков межкультурного диалога; – использовать знание и понимание проблем человека в современном мире; – ориентироваться в мировом историческом процессе, анализировать процессы и явления, происходящие в обществе; соотносить их с исторически возникшими мировоззренческими системами; – определять собственную позицию по отношению к окружающему миру, осознавать самобытность российской истории, и ее непосредственную взаимосвязь с различными этическими, религиозными и ценностными системами, сообществами. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками определять и аргументировано представлять собственное отношение к дискуссионным проблемам истории, опираясь на знание мировой и российской истории, социокультурных традиций России и мира; – навыками оценочной деятельности 	<p>Оценка за контрольную работу №1 (2 семестр)</p> <p>Оценка за зачет (2 семестр)</p>

	<p>(умение определять и обосновывать свое отношение к историческим и современным событиям, их участникам);</p> <ul style="list-style-type: none"> – приемами исторического описания (рассказ о событиях, процессах, явлениях) и объяснения (раскрытие причин и следствий событий, выявление в них общего и различного, определение их характера, классификация и др.). 	
<p>Раздел 2. Народы и государства на территории современной России в древности. Русь в IX – первой трети XIII вв.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные исторические этапы развития общества; основные тенденции отечественной истории в контексте мировой истории с древнейших времен по настоящее время; – основные даты, участников и результаты важнейших исторических событий; – место и роль России в истории человечества и в современном мире; наиболее существенные связи и признаки исторических явлений и процессов. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – учитывать ценности мировой и российской культуры для развития навыков межкультурного диалога; – использовать знание и понимание проблем человека в современном мире; – ориентироваться в мировом историческом процессе, анализировать процессы и явления, происходящие в обществе; соотносить их с исторически возникшими мировоззренческими системами; – определять собственную позицию по отношению к окружающему миру, осознавать самобытность российской истории, и ее непосредственную взаимосвязь с различными этическими, религиозными и ценностными системами, сообществами. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками определять и аргументировано представлять собственное отношение к 	<p>Оценка за контрольную работу №1 (2 семестр) Оценка за зачет (2 семестр)</p>

	<p>дискуссионным проблемам истории, опираясь на знание мировой и российской истории, социокультурных традиций России и мира;</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками оценочной деятельности (умение определять и обосновывать свое отношение к историческим и современным событиям, их участникам); – приемами исторического описания (рассказ о событиях, процессах, явлениях) и объяснения (раскрытие причин и следствий событий, выявление в них общего и различного, определение их характера, классификация и др.). 	
<p>Раздел 3. Русь в XIII–XV вв.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные исторические этапы развития общества; основные тенденции отечественной истории в контексте мировой истории с древнейших времен по настоящее время; – основные даты, участников и результаты важнейших исторических событий; – место и роль России в истории человечества и в современном мире; наиболее существенные связи и признаки исторических явлений и процессов. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – учитывать ценности мировой и российской культуры для развития навыков межкультурного диалога; – использовать знание и понимание проблем человека в современном мире; – ориентироваться в мировом историческом процессе, анализировать процессы и явления, происходящие в обществе; соотносить их с исторически возникшими мировоззренческими системами; – определять собственную позицию по отношению к окружающему миру, осознавать самобытность российской истории, и ее непосредственную взаимосвязь с различными этическими, 	<p>Оценка за контрольную работу №2 (2 семестр)</p> <p>Оценка за зачет (2 семестр)</p>

	<p>религиозными и ценностными системами, сообществами.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками определять и аргументировано представлять собственное отношение к дискуссионным проблемам истории, опираясь на знание мировой и российской истории, социокультурных традиций России и мира; – навыками оценочной деятельности (умение определять и обосновывать свое отношение к историческим и современным событиям, их участникам); – приемами исторического описания (рассказ о событиях, процессах, явлениях) и объяснения (раскрытие причин и следствий событий, выявление в них общего и различного, определение их характера, классификация и др.). 	
<p>Раздел 4. Россия в XVI–XVII вв.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные исторические этапы развития общества; основные тенденции отечественной истории в контексте мировой истории с древнейших времен по настоящее время; – основные даты, участников и результаты важнейших исторических событий; – место и роль России в истории человечества и в современном мире; наиболее существенные связи и признаки исторических явлений и процессов. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – учитывать ценности мировой и российской культуры для развития навыков межкультурного диалога; – использовать знание и понимание проблем человека в современном мире; – ориентироваться в мировом историческом процессе, анализировать процессы и явления, происходящие в обществе; соотносить их с исторически возникшими мировоззренческими системами; 	<p>Оценка за контрольную работу №3 (2 семестр)</p> <p>Оценка за зачет (2 семестр)</p>

	<p>– определять собственную позицию по отношению к окружающему миру, осознавать самобытность российской истории, и ее непосредственную взаимосвязь с различными этическими, религиозными и ценностными системами, сообществами.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>– навыками определять и аргументировано представлять собственное отношение к дискуссионным проблемам истории, опираясь на знание мировой и российской истории, социокультурных традиций России и мира;</p> <p>– навыками оценочной деятельности (умение определять и обосновывать свое отношение к историческим и современным событиям, их участникам);</p> <p>– приемами исторического описания (рассказ о событиях, процессах, явлениях) и объяснения (раскрытие причин и следствий событий, выявление в них общего и различного, определение их характера, классификация и др.).</p>	
<p>Раздел 5. Россия в XVIII веке.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>– основные исторические этапы развития общества; основные тенденции отечественной истории в контексте мировой истории с древнейших времен по настоящее время;</p> <p>– основные даты, участников и результаты важнейших исторических событий;</p> <p>– место и роль России в истории человечества и в современном мире; наиболее существенные связи и признаки исторических явлений и процессов.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>– учитывать ценности мировой и российской культуры для развития навыков межкультурного диалога;</p> <p>– использовать знание и понимание проблем человека в современном мире;</p> <p>– ориентироваться в мировом</p>	<p>Оценка за контрольную работу №4 (2 семестр)</p> <p>Оценка за зачет (2 семестр)</p>

	<p>историческом процессе, анализировать процессы и явления, происходящие в обществе; соотносить их с исторически возникшими мировоззренческими системами;</p> <p>– определять собственную позицию по отношению к окружающему миру, осознавать самобытность российской истории, и ее непосредственную взаимосвязь с различными этическими, религиозными и ценностными системами, сообществами.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>– навыками определять и аргументировано представлять собственное отношение к дискуссионным проблемам истории, опираясь на знание мировой и российской истории, социокультурных традиций России и мира;</p> <p>– навыками оценочной деятельности (умение определять и обосновывать свое отношение к историческим и современным событиям, их участникам);</p> <p>– приемами исторического описания (рассказ о событиях, процессах, явлениях) и объяснения (раскрытие причин и следствий событий, выявление в них общего и различного, определение их характера, классификация и др.).</p>	
<p>Раздел 6. Российская империя в XIX – начале XX в.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>– основные исторические этапы развития общества; основные тенденции отечественной истории в контексте мировой истории с древнейших времен по настоящее время;</p> <p>– основные даты, участников и результаты важнейших исторических событий;</p> <p>– место и роль России в истории человечества и в современном мире; наиболее существенные связи и признаки исторических явлений и процессов.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>– учитывать ценности мировой и</p>	<p>Оценка за контрольную работу №5 (3 семестр)</p> <p>Оценка за зачет (3 семестр)</p>

	<p>русской культуры для развития навыков межкультурного диалога;</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать знание и понимание проблем человека в современном мире; – ориентироваться в мировом историческом процессе, анализировать процессы и явления, происходящие в обществе; соотносить их с исторически возникшими мировоззренческими системами; – определять собственную позицию по отношению к окружающему миру, осознавать самобытность русской истории, и ее непосредственную взаимосвязь с различными этическими, религиозными и ценностными системами, сообществами. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками определять и аргументировано представлять собственное отношение к дискуссионным проблемам истории, опираясь на знание мировой и русской истории, социокультурных традиций России и мира; – навыками оценочной деятельности (умение определять и обосновывать свое отношение к историческим и современным событиям, их участникам); – приемами исторического описания (рассказ о событиях, процессах, явлениях) и объяснения (раскрытие причин и следствий событий, выявление в них общего и различного, определение их характера, классификация и др.). 	
--	--	--

<p>Раздел 7. Россия и СССР в советскую эпоху (1917–1991)</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные исторические этапы развития общества; основные тенденции отечественной истории в контексте мировой истории с древнейших времен по настоящее время; – основные даты, участников и результаты важнейших исторических событий; – место и роль России в истории человечества и в современном мире; наиболее существенные связи и признаки исторических явлений и процессов. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – учитывать ценности мировой и российской культуры для развития навыков межкультурного диалога; – использовать знание и понимание проблем человека в современном мире; – ориентироваться в мировом историческом процессе, анализировать процессы и явления, происходящие в обществе; соотносить их с исторически возникшими мировоззренческими системами; – определять собственную позицию по отношению к окружающему миру, осознавать самобытность российской истории, и ее непосредственную взаимосвязь с различными этическими, религиозными и ценностными системами, сообществами. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками определять и аргументировано представлять собственное отношение к дискуссионным проблемам истории, опираясь на знание мировой и российской истории, социокультурных традиций России и мира; – навыками оценочной деятельности (умение определять и обосновывать свое отношение к историческим и современным событиям, их участникам); – приемами исторического описания 	<p>Оценка за контрольную работу №6 (3 семестр)</p> <p>Оценка за зачет (3 семестр)</p>
--	--	---

	(рассказ о событиях, процессах, явлениях) и объяснения (раскрытие причин и следствий событий, выявление в них общего и различного, определение их характера, классификация и др.).	
Раздел 8 Современная Российская Федерация (1991–2022)	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные исторические этапы развития общества; основные тенденции отечественной истории в контексте мировой истории с древнейших времен по настоящее время; – основные даты, участников и результаты важнейших исторических событий; – место и роль России в истории человечества и в современном мире; наиболее существенные связи и признаки исторических явлений и процессов. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – учитывать ценности мировой и российской культуры для развития навыков межкультурного диалога; – использовать знание и понимание проблем человека в современном мире; – ориентироваться в мировом историческом процессе, анализировать процессы и явления, происходящие в обществе; соотносить их с исторически возникшими мировоззренческими системами; – определять собственную позицию по отношению к окружающему миру, осознавать самобытность российской истории, и ее непосредственную взаимосвязь с различными этическими, религиозными и ценностными системами, сообществами. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками определять и аргументировано представлять 	<p>Оценка за контрольную работу №7 (3 семестр)</p> <p>Оценка за зачет (3 семестр)</p>

	<p>собственное отношение к дискуссионным проблемам истории, опираясь на знание мировой и российской истории, социокультурных традиций России и мира;</p> <p>– навыками оценочной деятельности (умение определять и обосновывать свое отношение к историческим и современным событиям, их участникам);</p> <p>– приемами исторического описания (рассказ о событиях, процессах, явлениях) и объяснения (раскрытие причин и следствий событий, выявление в них общего и различного, определение их характера, классификация и др.).</p>	
--	---	--

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5.

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«История России»**

основной образовательной программы

**18.03.02 – «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии»**

код и наименование направления подготовки (специальности)

для всех ООП
наименование ООП

Форма обучения: очная

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

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



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

_____ Ф.А. Колоколов

» _____ июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Коллоидная химия»

**18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической
технологии, нефтехимии и биотехнологии**

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«19» июня 2023 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2023

Программа составлена заведующим кафедрой коллоидной химии д.х.н., профессором В.В. Назаровым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Коллоидной химии
(Наименование кафедры)

«18» мая 2023 г., протокол №10.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Коллоидной химии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Коллоидная химия»** относится к обязательной части базовых дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку по дисциплинам высшей математики, физики, общей и неорганической, органической и физической химии (в первую очередь химической термодинамики).

Цель дисциплины – приобретение обучающимися базовых знаний в области термодинамики поверхностных явлений и свойств дисперсных систем и получение умений в части использования этих знаний при исследовании, проектировании и создании реальных систем, являющихся в большинстве случаев дисперсными.

Задачи дисциплины – В задачи первой части дисциплины (разделы 1-4) входит рассмотрение особенностей поверхностных слоев, их термодинамических свойств, адгезии, смачивания, адсорбции, электрических явлений на поверхности. Во второй части дисциплины (разделы 5-7) основное внимание уделяется кинетическим свойствам дисперсных систем, вопросам агрегативной и седиментационной устойчивости, кинетике коагуляции, структурообразованию и структурно-механическим свойствам дисперсных систем. Рассматриваются также вопросы получения и свойства конкретных дисперсных систем.

Дисциплина **«Коллоидная химия»** преподается в 5 или 6 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

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

Естественно-научная подготовка	ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов.	ОПК-1.4. Знает основные законы и соотношения термодинамики поверхностных явлений, основные свойства дисперсных систем, основные методы исследования поверхностных явлений и дисперсных систем; ОПК-1.8 Умеет проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем; ОПК-1.11 Владеет навыками проведения типовых физико-химических исследований и навыками решения типовых задач в области химической термодинамики, фазовых равновесий и фазовых переходов, электрохимии, химической кинетики
--------------------------------	---	---

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- признаки объектов коллоидной химии и их классификацию.
- основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений (термодинамика поверхностного слоя; адгезия, смачивание и растекание жидкостей; дисперсность и термодинамические свойства тел; адсорбция газов и паров, адсорбция из растворов).
- основные теории физической адсорбции.
- основные представления о строении двойного электрического слоя; природу электрокинетического потенциала; основные электрокинетические явления.
- условия применимости закона Стокса; закон Эйнштейна – Смолуховского, гипсометрическое уравнение Лапласа.
- природу седиментационной и агрегативной устойчивости; основные свойства растворов ПАВ как лиофильных систем; основные положения теории ДЛФО; причины и особенности быстрой и медленной коагуляции, концентрационной и нейтрализационной коагуляции.
- типы структур, возникающие в дисперсных системах, причины и условия их образования; классификацию дисперсных систем по их реологическим свойствам.

Уметь:

- рассчитывать параметры, которыми характеризуют дисперсность.
- проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений.
- рассчитывать основные характеристики пористой структуры.
- рассчитывать величину электрокинетического потенциала по данным электроосмоса и электрофореза.
- рассчитывать интегральную и дифференциальную кривые распределения частиц по размерам.
- рассчитывать и анализировать потенциальные кривые парного взаимодействия частиц.
- рассчитывать и измерять вязкость дисперсных систем.

Владеть:

- представлениями о роли поверхностных явлений и дисперсных систем в технике и природе.
- методами измерения поверхностного натяжения, краевого угла.
- знаниями о методах измерения адсорбции и удельной поверхности.
- знаниями об условиях применимости уравнения Гельмгольца – Смолуховского;
- методами определения электрокинетического потенциала.
- методом седиментационного анализа.
- методами определения критической концентрации мицеллообразования;
- методами исследования кинетики коагуляции.
- методами измерения и анализа кривых течения.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,79	64,4	48,3
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	24
Самостоятельная работа	2,22	80	60
Контактная самостоятельная работа	2,22	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (подготовка к лабораторным работам)		80	60
Вид контроля:			
Экзамен	1,0	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академических часов			
		Всего	Лек	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1	Раздел 1. Предмет и признаки объектов коллоидной химии	2	2	-	1
2	Раздел 2. Термодинамика поверхностных явлений	35	8	8	19
3	Раздел 3. Адсорбционные равновесия	27	6	4	17
4	Раздел 4. Электрические явления на	16	4	4	8

	поверхностях				
5	Раздел 5. Кинетические свойства дисперсных систем	19	4	4	11
6	Раздел 6. Агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем	28	5	8	15
7	Раздел 7. Структурообразование и структурно-механические свойства дисперсных систем	16	3	4	9
8	Заключение	1	1	-	-
	Итого	144	32	32	80

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Предмет и признаки объектов коллоидной химии

Коллоидная химия - наука о поверхностных явлениях и дисперсных системах. Основные поверхностные явления: адгезия и смачивание, капиллярность, адсорбция, электрические явления на поверхностях и др.

Основные признаки дисперсных систем - гетерогенность и дисперсность; поверхностная энергия; количественные характеристики дисперсности. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды. Классификация свободнодисперсных систем по размерам частиц и по взаимодействию между дисперсионной средой и дисперсной фазой. Роль поверхностных явлений и дисперсных систем в природе, промышленности и, в частности, химической технологии.

Раздел 2. Термодинамика поверхностных явлений

Общая характеристика поверхностной энергии. Поверхностная энергия в общем уравнении 1-го и 2-го начал термодинамики. Поверхностное натяжение как мера энергии Гиббса межфазной поверхности. Поверхностное натяжение - характеристика природы соприкасающихся фаз и их взаимодействия. Свойства поверхностей жидких и твердых тел. Уравнение Гиббса-Гельмгольца для внутренней удельной поверхностной энергии (полной поверхностной энергии). Зависимость энергетических параметров поверхности от температуры. Процессы самопроизвольного уменьшения поверхностной энергии.

Адсорбция и поверхностное натяжение. Связь величины адсорбции с параметрами системы: изотерма, изопикна и изостера адсорбции. Метод избытков Гиббса. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса. Гиббсовская адсорбция. Частное выражение уравнения Гиббса. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.

Адгезия, смачивание и растекание жидкостей. Адгезия и когезия. Природа сил межфазного взаимодействия. Уравнение Дюпре для работы адгезии. Смачивание и краевой угол. Закон Юнга. Связь работы адгезии с краевым углом (уравнение Дюпре-Юнга). Лиофильные и лиофобные поверхности. Методы определения краевых углов. Влияние поверхностно-активных веществ (ПАВ) на смачивание. Растекание жидкостей. Коэффициент растекания по Гаркинсу. Эффект Марангони. Межфазное натяжение на границе между взаимно-насыщенными жидкостями и правило Антонова. Практическое значение адгезии, смачивания и растекания.

Дисперсность и термодинамические свойства тел. Правило фаз Гиббса и дисперсность. Влияние кривизны поверхности на внутреннее давление тел (уравнение Лапласа). Поверхностная энергия и равновесные формы тел. Принцип Гиббса-Кюри. Закон Вульфа. Капиллярные явления (уравнение Жюрена), их роль в природе и

технологии. Методы определения поверхностного натяжения. Зависимость термодинамической реакционной способности от дисперсности. Уравнение Кельвина. Влияние дисперсности на растворимость, константу равновесия химической реакции, температуру фазового перехода.

Получение дисперсных систем. Методы диспергирования. Уравнение Ребиндера для работы диспергирования. Адсорбционное понижение прочности (эффект Ребиндера). Гомогенная и гетерогенная конденсация. Метастабильное состояние. Энергия Гиббса образования зародыша новой фазы, критический радиус зародыша. Две стадии образования новой фазы. Связь кинетики образования новой фазы с пересыщением. Управление дисперсностью при гомогенной конденсации. Примеры получения дисперсных систем методами физической и химической конденсации.

Раздел 3. Адсорбционные равновесия

Классификация механизмов адсорбции (физическая адсорбция, хемосорбция и ионообменная адсорбция). Природа адсорбционных сил. Особенности составляющих сил Ван-дер-Ваальса (ориентационных, индукционных и дисперсионных) при адсорбции. Уравнение для потенциальной энергии взаимодействия атома (молекулы) с поверхностью тела.

Адсорбция газов и паров на однородной поверхности. Закон Генри. Уравнение изотермы мономолекулярной адсорбции Ленгмюра и его анализ. Определение констант этого уравнения (линейная форма уравнения Ленгмюра). Уравнение Фрейндлиха. Теория полимолекулярной адсорбции Брунауэра, Эммета, Теллера (БЭТ), уравнение изотермы адсорбции, его анализ. Линейная форма уравнения БЭТ и расчет его констант. Определение удельной поверхности методом БЭТ.

Адсорбция газов и паров на пористых материалах. Количественные характеристики пористых материалов. Пористые тела корпускулярной, кристаллической и губчатой структуры, методы их получения. Классификация пор по Дубинину и ее взаимосвязь с теориями адсорбции.

Теория капиллярной конденсации. Капиллярно-конденсационный гистерезис. Расчет интегральной и дифференциальной кривых распределения объема пор по размерам.

Особенности адсорбции на микропористых материалах. Потенциальная теория Поляни. Адсорбционный потенциал. Характеристическая кривая адсорбции. Температурная инвариантность и аффинность характеристических кривых. Обобщенное уравнение теории Дубинина объемного заполнения микропор, частные случаи этого уравнения (уравнение Дубинина-Радушкевича). Адсорбция газов и паров в химической технологии.

Адсорбция поверхностно-активных веществ. Влияние строения молекул ПАВ на поверхностную активность, правило Дюкло-Траубе. Зависимость поверхностного натяжения от состава раствора при соблюдении закона Генри и уравнения Ленгмюра. Уравнение Шишковского. Уравнения состояния газообразных поверхностных (адсорбционных) пленок. Типы поверхностных пленок и определение их характеристик. Весы Ленгмюра. Факторы, определяющие агрегатное состояние адсорбционных пленок. Определение строения адсорбционного слоя и размеров молекул ПАВ.

Раздел 4. Электрические явления на поверхности

Двойной электрический слой (ДЭС), механизмы образования ДЭС. Соотношения между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением (уравнения Липпмана). Электрокапиллярные кривые и определение параметров ДЭС по этим кривым.

Общие представления о теориях строения ДЭС. Теория Гуи – Чепмена. Уравнение Пуассона-Больцмана для диффузной части ДЭС и его решение. Толщина диффузного слоя и влияние на нее различных факторов. Двойной электрический слой по теории Штерна, перезарядка поверхности. Примеры образования ДЭС. Мицеллы и их строение.

Четыре вида электрокинетических явлений. Электрокинетический потенциал и влияние на него различных факторов. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского для

скорости переноса при электроосмосе и электрофорезе. Эффекты, не учитываемые этим уравнением (поверхностная проводимость, электрофоретическое торможение, релаксационный эффект). Практическое использование электрокинетических явлений.

Раздел 5. Кинетические свойства дисперсных систем

Основы седиментационного анализа. Связь скорости осаждения частиц с их размером. Условия соблюдения закона Стокса. Седиментационный анализ полидисперсных систем. Кривая седиментации. Кривые распределения частиц по радиусам. Экспериментальные методы в седиментационном анализе.

Молекулярно-кинетическая природа броуновского движения. Связь между среднеквадратичным сдвигом частиц и коэффициентом диффузии (закон Эйнштейна-Смолуховского). Экспериментальная проверка закона Эйнштейна-Смолуховского. Следствия из теории броуновского движения.

Седиментационно-диффузионное равновесие, гипсометрический закон. Седиментационная устойчивость дисперсных систем.

Раздел 6. Агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем

Общие вопросы устойчивости дисперсных систем. Седиментационная и агрегативная устойчивости систем. Лиофильные и лиофобные системы: самопроизвольное образование одних и необходимость стабилизации других. Критерий лиофильности систем по Ребиндеру-Щукину.

Лиофильные дисперсные системы. Классификация и общая характеристика поверхностно-активных веществ. Термодинамика и механизм мицеллообразования. Строение мицелл ПАВ. Солюбилизация. Основные факторы, влияющие на критическую концентрацию мицеллообразования (ККМ). Методы определения ККМ. Применение ПАВ.

Лиофобные дисперсные системы. Факторы устойчивости лиофобных систем. Быстрая и медленная коагуляция. Кинетика коагуляции по Смолуховскому. Определение скорости и времени половинной коагуляции. Зависимость числа частиц разного порядка от времени.

Основные положения теории Дерягина, Ландау, Фервея, Овербека (ДЛФО). Расклинивающее давление и его составляющие. Энергия электростатического отталкивания при взаимодействии слабозаряженных поверхностей. Силы и энергия притяжения. Общее уравнение для энергии взаимодействия дисперсных частиц. Потенциальные кривые взаимодействия частиц в ионостабилизированных дисперсных системах. Потенциальный барьер и его зависимость от толщины диффузного слоя. Коагуляция в первом и втором минимумах. Нейтрализационная и концентрационная коагуляция. Порог быстрой коагуляции. Правило Шульце-Гарди. Закон Дерягина. Стабилизация дисперсных систем высокомолекулярными соединениями (ВМС) и ПАВ. Методы очистки промышленных и бытовых стоков, основанные на изменении агрегативной и седиментационной устойчивости дисперсных систем.

Раздел 7. Структурообразование и структурно-механические свойства дисперсных систем

Типы структур, образующихся в агрегативно-устойчивых и агрегативно-неустойчивых дисперсных системах. Жидкокристаллическое состояние агрегативно-устойчивых дисперсных систем.

Возникновение объемных структур в агрегативно-неустойчивых (лиофобных) дисперсных системах. Взаимосвязь между видом потенциальной кривой взаимодействия частиц (по теории ДЛФО) и типом возникающих структур. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Переход одних структур в другие. Теория структурообразования (физико-химическая механика) как основа получения новых материалов.

Реологический метод исследования дисперсных систем. Основные понятия и идеальные законы реологии. Моделирование реологических свойств тел. Модель Максвелла, модель Кельвина-Фойгта, модель Бингама.

Классификация дисперсных систем по структурно-механическим свойствам. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Псевдопластические и дилатантные жидкости и твердообразные тела. Вязкость жидких агрегативно устойчивых дисперсных систем. Уравнения Эйнштейна, Штаудингера, Марка-Куна-Хаувинка. Реологические свойства структурированных жидкообразных и твердообразных систем.

8. Заключение

Поверхностные явления и дисперсные системы в химической технологии. Коллоидная химия и охрана окружающей среды.

Общее количество разделов - 8.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

	В результате освоения дисциплины студент должен:	Разделы дисциплины						
		1	2	3	4	5	6	7
Знать:								
1.	- признаки объектов коллоидной химии и их классификацию	+	+	+				
2.	- основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений (термодинамика поверхностного слоя; адгезия, смачивание и растекание жидкостей; дисперсность и термодинамические свойства тел; адсорбция газов и паров, адсорбция из растворов); основные теории физической адсорбции		+					
3.	- основные представления о строении двойного электрического слоя; природу электрокинетического потенциала; основные электрокинетические явления.				+	+	+	
4.	- условия применимости закона Стокса;			+				
5.	- закон Эйнштейна – Смолуховского, гипсометрическое уравнение Лапласа.			+				
6.	- природу седиментационной и агрегативной устойчивости; - основные свойства растворов ПАВ как лиофильных систем; - основные положения теории ДЛФО; - причины и особенности быстрой и медленной коагуляции, концентрационной и нейтрализационной коагуляции.					+	+	+
7.	- типы структур, возникающие в дисперсных системах, причины и условия их образования; - классификацию дисперсных систем по их реологическим свойствам.						+	+
Уметь:								
8.	- рассчитывать параметры, которыми характеризуют дисперсность.	+	+	+				
9.	- проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений.	+	+	+				
10.	- рассчитывать основные характеристики пористой структуры.			+				
11.	- рассчитывать величину электрокинетического потенциала по данным			+				

	электроосмоса и электрофореза.								
12.	- рассчитывать интегральную и дифференциальную кривые распределения частиц по размерам.				+				
13.	- рассчитывать и анализировать потенциальные кривые парного взаимодействия частиц.							+	
14.	- рассчитывать и измерять вязкость дисперсных систем.								+
Владеть:									
15.	- представлениями о роли поверхностных явлений и дисперсных систем в технике и природе.		+	+	+				
16.	- методами измерения поверхностного натяжения, краевого угла.		+						
17.	- знаниями о методах измерения адсорбции и удельной поверхности.		+						
18.	- знаниями об условиях применимости уравнения Гельмгольца – Смолуховского;				+				
19.	- методами определения электрокинетического потенциала.				+				
20.	- методом седиментационного анализа.					+			
21.	- методами определения критической концентрации мицеллообразования;						+		
22.	- методами исследования кинетики коагуляции.							+	
23.	- методами измерения и анализа кривых течения.								+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>									
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК							
24.	ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов.	ОПК-1.4. Знает основные законы и соотношения термодинамики поверхностных явлений, основные свойства дисперсных систем, основные методы исследования поверхностных явлений и дисперсных систем		+	+	+	+	+	+
25.		ОПК-1.8 Умеет проводить расчеты с использованием основных	+		+	+		+	

		соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем							
26.		ОПК-1.11 Владеет навыками проведения типовых физико- химических исследований и навыками решения типовых задач в области химической термодинамики, фазовых равновесий и фазовых переходов, электрохимии, химической кинетики		+			+		+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Коллоидная химия» выполняется в соответствии с учебным планом в 1 семестре и занимает 32 акад. часа для очной формы обучения. Лабораторные работы охватывают 6 разделов дисциплины. В практикум входит 7 работ, примерно по 4 ч. на каждую работу и 4 часа выделено на защиту лабораторных работ. В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ, их число может быть уменьшено.

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Коллоидная химия*», а также дает знания о практическом применении основных закономерностей коллоидной химии и особенностях методов измерения основных коллоидно-химических характеристик.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 35 баллов (максимально по 5 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	часы
1	2	1. Исследование влияния поверхностно-активных веществ на смачивание и адгезию. или 2. Исследование влияния строения молекул ПАВ на их поверхностную активность. Определение параметров адсорбционного слоя.	4
2	3	3. Изучение адсорбции ПАВ из растворов на твердом адсорбенте. Определение удельной поверхности. или 4. Хроматографическое разделение смеси ионов с помощью ионообменных смол. или 5. Разделение смеси полимера и минеральной соли и определение молекулярной массы полимеров методом гель-хроматографии.	4
3	4	6. Электрофоретическое определение электрокинетического потенциала. или 7. Определение изоэлектрической точки гидроксида железа методом электрофореза.	4
4	5	8. Дисперсионный анализ порошков методом седиментации в гравитационном поле. или 9. Определение размеров частиц дисперсных систем турбидиметрическим методом.	4
5	6	10. Исследование мицеллообразования в растворах ПАВ.	4
6	6	11. Синтез гидрозоля гидроксида железа, изучение его коагуляции и стабилизации.	4
7	7	12. Исследование вязкости структурированной жидкости с	4

		помощью капиллярного вискозиметра. или 13. Исследование реологических свойств неньютоновских жидкостей с помощью ротационного вискозиметра.	
8	-	Защита выполненных лабораторных работ	4

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Коллоидная химия» предусмотрена самостоятельная работа обучающегося бакалавриата в объеме 80 ч в семестре и 36 ч для подготовки к экзамену для очной формы. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;

- выполнение индивидуального (домашнего) задания;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче лабораторного практикума по дисциплине;
- подготовку к сдаче экзамена.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 16 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 35 балла), выполнения индивидуального (домашнего) задания (максимальная оценка 9 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

8.1.1. Примеры индивидуальных (домашних) заданий

На первом лабораторном занятии каждый студент получает индивидуальное домашнее задание в форме комплекта из 18 задач по всем основным разделам программы (используется учебное пособие Коллоидная химия. Практикум и задачник/ Под ред. В.В. Назарова и А.С. Гродского. М.: «Лань», 2019. - 434 с). Задачи решаются самостоятельно, консультации проводятся по мере необходимости. Результаты решения первой половины задач студенты передают ведущему преподавателю для проверки на 4 лабораторном занятии, результаты решения второй половины – на 6 занятии.

Верное решение всех 18 задач домашнего задания оценивается 9 баллами.

Примеры домашних заданий

Номер группы _____

Фамилия И.О. _____

ЗАДАНИЕ

Решить 18 нижеуказанных задач из учебного пособия: «Коллоидная химия. Практикум и задачник». Лань, 2019.

Вариант	Номер главы																	
	1						2			3		4		5			6	
	Порядковый номер задачи и ее номер в практикуме																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
21	9(1)	22(1)	34(1)	42(5)	58(6)	60	71(10)	73(11)	3(6)	13(1)	20(11)	3(9)	16(1)	13(11)	3(1)	5(11)	8(1)	8(6)

Выдано _____ Преподаватель _____

Сдано _____ Баллы _____ Сдано _____ Баллы _____

Номер группы _____ Фамилия И.О. _____

ЗАДАНИЕ

Решить 18 нижеуказанных задач из учебного пособия: «Коллоидная химия. Практикум и задачник». Лань, 2019.

Вариант	Номер главы																	
	1						2			3		4		5			6	
	Порядковый номер задачи и ее номер в практикуме																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
22	9(2)	22(2)	34(2)	42(6)	58(7)	61(1)	67	73(12)	3(7)	13(2)	20(12)	3(10)	16(2)	13(12)	3(2)	6(1)	8(2)	9(1)

Выдано _____ Преподаватель _____

Сдано _____ Баллы _____ Сдано _____ Баллы _____

Номер группы _____ Фамилия И.О. _____

ЗАДАНИЕ

Решить 18 нижеуказанных задач из учебного пособия: «Коллоидная химия. Практикум и задачник». Лань, 2019.

Вариант	Номер главы																	
	1						2			3		4		5			6	
	Порядковый номер задачи и ее номер в практикуме																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
23	9(3)	22(3)	34(3)	42(7)	58(8)	61(2)	68	73(13)	3(8)	13(3)	20(13)	3(11)	16(3)	12(11)	3(3)	6(2)	8(3)	9(2)

Выдано _____ Преподаватель _____

Сдано _____ Баллы _____ Сдано _____ Баллы _____

8.1.2. Примеры контрольных вопросов для самостоятельной подготовки

При самостоятельной подготовке к выполнению лабораторных работ каждый студент письменно отвечает в своем лабораторном журнале на ряд контрольных вопросов, которые изложены в пособии «Коллоидная химия. Практикум и задачник» / Под ред. В.В. Назарова и А.С. Гродского. М.: «Лань», 2019. - 434 с. К каждой лабораторной работе

сформулирован свой перечень контрольных вопросов (всего имеется 149 контрольных вопросов).

Примеры контрольных вопросов для самостоятельной подготовки

1. Что изучает коллоидная химия и каковы признаки ее объектов?
2. По каким признакам классифицируют объекты коллоидной химии? Приведите примеры дисперсных систем.
3. Какие поверхностные явления изучает коллоидная химия?
4. Что является мерой гетерогенности и степени раздробленности дисперсных систем?
5. Какими параметрами характеризуют степень раздробленности и какова связь между ними?
6. Что такое поверхностное натяжение и в каких единицах оно измеряется?
7. Как зависит поверхностное натяжение от природы вещества, образующего поверхность (межмолекулярного взаимодействия)?
8. Какие методы используются для определения поверхностного натяжения жидкостей и твердых тел?
9. На чем основано измерение поверхностного натяжения жидкостей методом капиллярного поднятия?
10. На чем основано измерение поверхностного натяжения жидкостей методом наибольшего давления пузырька воздуха? Положительным или отрицательным будет избыточное давление в жидкости на границе с воздушным пузырьком?

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 8 баллов за каждую.

Пример задания по контрольной работе №1

1. Какие вещества называются поверхностно-активными? Укажите особенности строения молекул ПАВ. Приведите примеры ПАВ и поверхностно-инактивных веществ. Дайте определение поверхностной активности как параметра.
2. Каковы причины поднятия (опускания) жидкостей в капиллярах? Приведите необходимые уравнения и дайте краткие объяснения.
3. Рассчитайте полную поверхностную энергию 200 г эмульсии бензола в воде с содержанием бензола 12% масс. и дисперсностью 2 мкм^{-1} при температуре 20°C . Плотность бензола $\rho = 0,858 \text{ г/см}^3$, межфазное натяжение $\sigma = 28 \text{ мДж/м}^2$, $d\sigma/dT = -0,13 \text{ мДж/(м}^2\cdot\text{K)}$.
4. Найдите поверхностное натяжение жидкости, если в капилляре из стекла с внутренним диаметром 1 мм она поднялась на высоту 12,8 мм. Плотность жидкости равна $0,81 \text{ г/см}^3$. Исследуемая жидкость по поверхности стекла способна растекаться.

Пример задания по контрольной работе №2

1. Приведите классификацию пористых адсорбентов по размерам пор. Какие теории описывают адсорбцию на пористых телах по этой классификации?
2. Каковы причины броуновского движения? Каким параметром характеризуют интенсивность броуновского движения? От каких свойств системы зависит этот параметр?

3. Адсорбция растворенного в воде ПАВ на поверхности раствор-воздух подчиняется уравнению Ленгмюра. При концентрации ПАВ $c = 0,1$ моль/л степень заполнения поверхности $\theta = 0,4$. Рассчитайте поверхностное натяжение при 300К и концентрации ПАВ в растворе, равной 0,2 моль/л. Молекула ПАВ занимает на поверхности площадь $s_0 = 0,2$ нм², поверхностное натяжение воды $\sigma = 71,66$ мДж/м².

4. Используя уравнение Гуи - Чепмена, рассчитайте значение потенциала на расстоянии 10 и 30 нм от межфазной поверхности. Дисперсионной средой является водный раствор NaCl с концентрацией $c_0 = 5 \cdot 10^{-4}$ моль/л (индифферентный электролит), $T = 293$ К, $\varepsilon = 80,1$, $\varphi_\delta = 0,03$ В.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса, ответы на вопросы 1 и 2 представляют собой изложение теоретического материала, тогда как ответ на вопрос 3 предполагает решение задачи. 1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (экзамена)

1. Предмет коллоидной химии. Признаки объектов коллоидной химии. Поверхностная энергия. Количественные характеристики дисперсности. Классификация дисперсных систем. Коллоидная химия и химическая технология.

2. Поверхностное натяжение: термодинамическое определение, физический смысл, влияние природы взаимодействующих фаз. Вывод уравнения для полной (внутренней) энергии поверхностного слоя (уравнение Гиббса-Гельмгольца). Зависимость термодинамических параметров поверхностного слоя от температуры.

3. Метод избытков Гиббса. Вывод фундаментального адсорбционного уравнения Гиббса. Гиббсовская адсорбция. Частное выражение уравнения Гиббса. Поверхностная активность; поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.

4. Адгезия и смачивание; определения. Уравнение Дюпре для работы адгезии. Угол смачивания и уравнение Юнга. Уравнение Дюпре-Юнга для работы адгезии. Влияние ПАВ на адгезию и смачивание. Растекание, коэффициент растекания по Гаркинсу.

5. Правило фаз Гиббса и дисперсность. Влияние кривизны поверхности (дисперсности) на внутреннее давление тел (вывод и анализ уравнения Лапласа). Капиллярные явления (уравнение Жюрена).

6. Влияние дисперсности на термодинамическую реакционную способность. Вывод уравнения капиллярной конденсации Кельвина и его анализ. Влияние дисперсности на растворимость, температуру фазового перехода и константу равновесия химической реакции.

7. Методы получения дисперсных систем: диспергирование и конденсация. Уравнение Ребиндера для работы диспергирования. Адсорбционное понижение прочности (эффект Ребиндера). Конденсация физическая и химическая. Энергия Гиббса образования зародыша новой фазы при гомогенной конденсации; роль пересыщения.

8. Классификация механизмов адсорбции. Природа адсорбционных сил и их особенности при физической адсорбции. Вывод уравнения для энергии дисперсионного взаимодействия атома адсорбата с адсорбентом. Изотерма, изостера, изопикна адсорбции.

9. Мономолекулярная адсорбция, форма изотермы адсорбции. Уравнение Генри. Основные положения теории Ленгмюра, вывод уравнения и его анализ. Линейная форма уравнения Ленгмюра.

10. Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ: исходные положения, вывод уравнения изотермы и его анализ. Линейная форма уравнения БЭТ. Определение удельной поверхности адсорбентов, катализаторов и др.

11. Количественные характеристики пористых материалов: пористость, удельная поверхность, размер пор. Пористые тела корпускулярной, кристаллической и губчатой структуры, методы их получения. Классификация пор по Дубинину и теории адсорбции.

12. Адсорбция на пористых адсорбентах. Теория капиллярной конденсации. Капиллярно-конденсационный гистерезис. Расчет и назначение интегральной и дифференциальной кривых распределения объема пор по их размерам.

13. Потенциальная теория адсорбции Поляни. Адсорбционный потенциал. Характеристическая кривая адсорбции. Температурная инвариантность и аффинность характеристических кривых.

14. Особенности адсорбции на микропористых адсорбентах. Обобщенное уравнение теории Дубинина (теория объемного заполнения микропор), частные случаи этого уравнения (уравнение Дубинина-Радушкевича). Расчет общего объема микропор по изотерме адсорбции.

15. Особенности адсорбции ПАВ на границе раздела раствор-воздух. Влияние строения молекул ПАВ на поверхностную активность (правило Траубе-Дюкло). Зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ при соблюдении закона Генри и уравнения Ленгмюра. Вывод уравнения Шишковского.

16. Поверхностное давление адсорбционной пленки ПАВ. Уравнения состояния двумерного газа на поверхности жидкости (вывод); различные агрегатные состояния адсорбционных пленок. Весы Ленгмюра и определение размеров молекул ПАВ.

17. Ионообменная адсорбция. Природные и синтетические иониты. Классификация ионитов по кислотно-основным свойствам. Полная и динамическая обменные емкости. Константа равновесия ионного обмена, уравнение Никольского.

18. Вывод уравнения для скорости осаждения частиц в гравитационном поле. Условия соблюдения закона Стокса. Седиментационный анализ, расчет и назначение кривых распределения частиц по размерам.

19. Природа броуновского движения. Понятие и определение среднеквадратичного сдвига по выбранному направлению. Взаимосвязь между среднеквадратичным сдвигом и коэффициентом диффузии (вывод закона Эйнштейна-Смолуховского). Экспериментальная проверка закона.

20. Седиментационно-диффузионное равновесие. Вывод уравнения (гипсометрический закон). Мера седиментационной устойчивости. Факторы, влияющие на седиментационную устойчивость дисперсных систем.

21. Механизмы образования двойного электрического слоя (ДЭС). Соотношения между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением (вывод уравнений Липпмана). Электрокапиллярные кривые и определение параметров ДЭС.

22. Общие представления о теориях строения ДЭС. Уравнение Пуассона-Больцмана для диффузной части ДЭС и его решение для случая слабозаряженных поверхностей. Уравнение Гуи-Чепмена.

23. Современная теория строения ДЭС (теория Штерна); роль специфической адсорбции, перезарядка поверхности. Примеры образования ДЭС. Строение мицеллы (формулы ДЭС).

24. Электрокинетические явления. Электрокинетический потенциал. Уравнение Смолуховского для электроосмоса и электрофореза. Эффекты, не учитываемые уравнением Смолуховского (поверхностная проводимость, электрофоретическое торможение, релаксационный эффект).

25. Два вида устойчивости дисперсных систем. Лиофильные и лиофобные системы. Критерий лиофильности по Ребиндеру-Щукину. Термодинамические и

кинетические факторы агрегативной устойчивости дисперсных систем. Примеры лиофильных и лиофобных дисперсных систем.

26. Лиофильные дисперсные системы. Классификация и общая характеристика ПАВ. Термодинамика и механизм мицеллообразования. Строение мицелл ПАВ в водных и углеводородных средах. Солюбилизация.

27. Лиофильные дисперсные системы. Истинно растворимые и коллоидные ПАВ, их классификация. Мицеллообразование, строение мицелл; методы определения ККМ. Факторы, влияющие на ККМ ионных и неионных ПАВ.

28. Лиофобные дисперсные системы. Факторы агрегативной устойчивости лиофобных систем. Быстрая и медленная коагуляция. Кинетика коагуляции по Смолуховскому (вывод уравнения). Определение константы скорости и времени половинной коагуляции. Зависимость числа частиц разного порядка от времени.

29. Теория ДЛФО. Расклинивающее давление и его составляющие. Вывод уравнения для энергии электростатического отталкивания при взаимодействии слабозаряженных поверхностей. Потенциальные кривые взаимодействия частиц для агрегативно устойчивой и неустойчивой дисперсных систем.

30. Природа сил притяжения и отталкивания между частицами в дисперсных системах. Вывод уравнения для энергии притяжения между частицами (теория ДЛФО). Константа Гамакера и ее физический смысл. Анализ зависимости суммарной энергии взаимодействия частиц от расстояния между ними.

31. Факторы агрегативной устойчивости лиофобных дисперсных систем. Электролитная коагуляция (концентрационная и нейтрализационная коагуляция). Правило Шульце-Гарди и закон Дерягина. Способы стабилизации лиофобных дисперсных систем.

32. Структурообразование в соответствии с теорией ДЛФО. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Условия перехода одних структур в другие. Классификация дисперсных систем по реологическим (структурно-механическим) свойствам.

33. Ньютоновские жидкости, уравнения Ньютона и Пуазейля. Методы измерения вязкости. Уравнение Эйнштейна для вязкости дисперсных систем, условия его применения.

34. Реологический метод исследования структур в дисперсных системах. Реологические модели идеальных тел (модели Гука, Ньютона, Сен-Венана-Кулона). Кривые течения реальных жидкообразных и твердообразных структурированных систем.

35. Моделирование реологических свойств тел, модель и уравнение Бингама. Кривые течения и вязкости жидкообразной и твердообразной структурированных систем. Ползучесть, предел текучести.

Примеры задач

Примеры задач по всем основным разделам программы приведены в учебном пособии Коллоидная химия. Практикум и задачник. / Под ред. В.В. Назарова и А.С. Гродского. М.: «Лань», 2019. - 434 с.

1. Рассчитайте размер частиц ZnO, зная, что их растворимость на 7 % (масс.) больше растворимости крупных кристаллов. Межфазное натяжение при 298 К примите равным 960 мДж/м², плотность ZnO 5,60 г/см³. Молярная масса оксида цинка составляет 81,4 г/моль.

2. Рассчитайте полную поверхностную энергию 7 г эмульсии бензола в воде с концентрацией 75 % мас. и дисперсностью 1 мкм¹ при температуре 353 К. Плотность бензола составляет 0,858 г/см³, межфазное натяжение 26,13 мН/м, температурный коэффициент межфазного натяжения примите $d\sigma/dT = -0,13$ мДж/(м²·К).

3. Используя уравнение Гуи - Чепмена, рассчитайте значение потенциала на расстоянии 10 и 30 нм от межфазной поверхности. Дисперсионной средой является водный раствор NaCl с концентрацией $c_0 = 5 \cdot 10^{-4}$ моль/л (индифферентный электролит), $T = 293\text{K}$, $\epsilon = 80,1$, $\varphi_s = 0,03\text{ В}$.

4. Рассчитайте и постройте интегральную кривую распределения объема пор адсорбента по размерам, используя данные капиллярной конденсации метанола на силикагеле при 293K:

p/ps	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1,0
A, моль/кг (адсорбция)	0,8	1,3	1,6	2,2	3,4	3,9
A, моль/кг (десорбция)	0,8	1,4	2,0	3,0	3,7	3,9

Плотность метанола $\rho = 0,788\text{ г/см}^3$, поверхностное натяжение $\sigma = 22,6\text{ мДж/м}^2$.

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

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена.

Экзамен по дисциплине «**Коллоидная химия**» проводится в 5 (6) семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **экзамена**:

<p>«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии</p> <p>_____ В.В. Назаров _____ (Подпись) (И. О. Фамилия)</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>			
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>			
	<p>Кафедра коллоидной химии</p>			
	<p>18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии</p>			
<p>Коллоидная химия</p>				
<p>Билет № 1</p>				
<p>1. Поверхностное натяжение: термодинамическое определение, физический смысл, влияние природы взаимодействующих фаз. Вывод уравнения для полной (внутренней) энергии поверхностного слоя (уравнение Гиббса - Гельмгольца). Зависимость термодинамических параметров поверхности от температуры.</p>				
<p>2. Механизмы образования двойного электрического слоя (ДЭС). Соотношения между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением (уравнения Липпмана). Электрокапиллярные кривые и определение параметров ДЭС.</p>				
<p>3. Рассчитайте удельную поверхность адсорбента по изотерме адсорбции азота, используя уравнение БЭТ. Площадь, занимаемая молекулой азота в плотном монослое, составляет $16 \cdot 10^{-20}\text{ м}^2$.</p>				
	p/ps	0,0286	0,136	0,200
	A, моль/кг	2,16	3,02	3,33

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

1. Назаров, В. В. Коллоидная химия [Текст]: учебник / В. В. Назаров. - М.: ДеЛи плюс, 2015. - 250 с.
2. Коллоидная химия. Практикум и задачник : учебное пособие для вузов / В. В. Назаров, А. С. Гродский, Н. А. Шабанова [и др.] ; Под редакцией проф. В. В. Назарова и доц. А. С. Гродского. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, **2022**.
2. Сборник задач по коллоидной химии [Текст]: учебное пособие / Н. Н. Гаврилова [и др.]. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. - 131 с.

Б. Дополнительная литература

1. Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы [Текст]: учебник для вузов / Ю.Г. Фролов. - 3-е изд., стер., испр. Перепеч. с изд. 1989 г. - М.: Альянс, 2004. - 464 с.
2. Гаврилова, Н. Н. Микроскопические методы определения размеров частиц дисперсных материалов [Текст]: учебное пособие / Н. Н. Гаврилова, В. В. Назаров, О. В. Яровая. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 51 с.
3. Основные понятия и уравнения коллоидной химии [Текст]: учебное пособие / сост. А. С. Гродский [и др.]. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. - 40 с.
4. Назаров, В. В. Тестовые задания по курсу коллоидной химии [Текст]: учебное пособие / В. В. Назаров, О. В. Жилина, А. С. Гродский. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. - 130 с.
5. Русанов, А.И. Лекции по термодинамике поверхностей: учебное пособие / А.И. Русанов. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1487-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/6602>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Фридрихсберг, Д.А. Курс коллоидной химии: учебник / Д.А. Фридрихсберг. — 4-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2010. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-1070-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4027>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия: учебник для академического бакалавриата / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 444 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01191-3. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/444075>.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

1. Коллоидный журнал ISSN: 0023-2912.
<http://www.naukaran.com/zhurnali/katalog/kolloidnyj-zhurnal>.
2. Журнал физической химии. ISSN: 0044-4537.
<https://www.naukaran.com/zhurnali/katalog/zhurnal-fizicheskoy-himii/>
3. Advances in Colloid and Interface Science. ISSN: 0001-8686.
<https://www.journals.elsevier.com/advances-in-colloid-and-interface-science>.
4. Journal of Interface and Colloid Science. ISSN: 0021-9797.
<https://www.journals.elsevier.com/journal-of-colloid-and-interface-science>.
5. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. ISSN: 0927-7757.
<https://www.journals.elsevier.com/colloids-and-surfaces-a-physicochemical-and-engineering-aspects>.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

- Издательство ELSEVIER на платформе ScienceDirect
<http://www.sciencedirect.com>.
- Издательство American Chemical Society (ACS)
<http://pubs.acs.org>.
- Международная издательская компания NaturePublishingGroup (NPG)
<http://www.nature.com>.
- Издательство Wiley-Blackwell
<http://www3.interscience.wiley.com>.
- Издательство SPRINGER
<http://www.springerlink.com>.
- Журнал SCIENCE
<http://www.science.com>
- Российская научная электронная библиотека
<http://www.elibrary.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16, (общее число слайдов 234);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 462);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 462).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1727628 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные

периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная традиционной учебной доской и/или электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Учебные лаборатория поверхностных явлений и лаборатория дисперсных систем, оснащенные необходимой лабораторной мебелью, аквадистиллятором АЭ, сушилкой для пробирок и колб Stegler и установками, обеспечивающими выполнение лабораторных работ в соответствии с учебным планом.

Установки (приборы) для определения поверхностного и межфазного натяжений, установки для определения краевых углов, в том числе гониометры ЛК-1 с программным обеспечением для обработки данных, установки для определения критической концентрации мицеллообразования в растворах поверхностно-активных веществ, ионообменные колонки, установки для определения электрокинетического потенциала методом электрофореза, ротационные вискозиметры, капиллярные вискозиметры с насосом вакуумным N86 KN18.KNF, оптические микроскопы Биомед-5 с цифровой камерой Livenhuk, спектрофотометры однолучевые СФ-102, фотометры фотоэлектрические КФК-3-01, рН-метры милливольтметры рН-420, весы порционные ANDHT-500, мешалка магнитная без подогрева ММ-135 Tagler, электрическая плитка IRITIR-8004, лабораторный высокоскоростной гомогенизатор-мешалка XNF-DYSTEGLER, кондуктометры, торсионные весы.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Учебно-наглядные пособия не предусмотрены

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Предмет и признаки объектов коллоидной химии</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - признаки объектов коллоидной химии и их классификацию. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать параметры, которыми характеризуют дисперсность. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - представлениями о роли поверхностных явлений и дисперсных систем в технике и природе. 	<p>Оценка за индивидуальное (домашнее) задание, оценка за контрольную работу №1. Оценка за экзамен.</p>
<p>Раздел 2. Термодинамика поверхностных явлений</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений (термодинамика поверхностного слоя; адгезия, смачивание и растекание жидкостей; дисперсность и термодинамические свойства тел; адсорбция газов и паров, адсорбция из растворов). <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами измерения поверхностного натяжения, краевого угла. 	<p>Оценка за индивидуальное (домашнее) задание, оценка за контрольную работу №1, оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен.</p>
<p>Раздел 3. Адсорбционные равновесия</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные теории физической адсорбции. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать основные характеристики пористой структуры. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - знаниями о методах измерения адсорбции удельной поверхности.. 	<p>Оценка за индивидуальное (домашнее) задание, оценка за контрольную работу №1, оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен.</p>
<p>Раздел 4. Электрические явления на поверхности</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные представления о строении двойного электрического слоя; - природу электрокинетического потенциала; - основные электрокинетические явления. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать величину электрокинетического потенциала по данным электроосмоса и электрофореза. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - знаниями об условиях применимости уравнения Гельмгольца – Смолуховского; - методами определения электрокинетического 	<p>Оценка за индивидуальное (домашнее) задание, оценка за контрольную работу №2, оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен.</p>

	потенциала.	
Раздел 5. Кинетические свойства дисперсных систем	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - условия применимости закона Стокса; - закон Эйнштейна – Смолуховского, гипсометрическое уравнение Лапласа. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать интегральную и дифференциальную кривые распределения частиц по размерам. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методом седиментационного анализа. 	<p>Оценка за индивидуальное (домашнее) задание, оценка за контрольную работу №2, оценки за выполнение лабораторных работ.</p> <p>Оценка за экзамен.</p>
Раздел 6. Агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - природу седиментационной и агрегативной устойчивости; - основные свойства растворов ПАВ как лиофильных систем; - основные положения теории ДЛФО; - причины и особенности быстрой и медленной коагуляции, концентрационной и нейтрализационной коагуляции. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать и анализировать потенциальные кривые парного взаимодействия частиц. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами определения критической концентрации мицеллообразования; - методами исследования кинетики коагуляции. 	<p>Оценка за индивидуальное (домашнее) задание, оценки за выполнение лабораторных работ.</p> <p>Оценка за экзамен.</p>
Раздел 7. Структурообразование и структурно-механические свойства дисперсных систем	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - типы структур, возникающие в дисперсных системах, причины и условия их образования; - классификацию дисперсных систем по их реологическим свойствам. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать и измерять вязкость дисперсных систем. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами измерения и анализа кривых течения. 	<p>Оценка за индивидуальное (домашнее) задание, оценки за выполнение лабораторных работ.</p> <p>Оценка за экзамен.</p>

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Коллоидная химия»**

основной образовательной программы

**18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии
и биотехнологии**

код и наименование направления подготовки (специальности)

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

_____ Ф.А. Колоколов

«_____» _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Макрокинетика химических процессов»

**Направление подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**

**Профиль подготовки – «Основные процессы химических производств и
химическая кибернетика»**

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«_____» _____ 2023 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2023

Программа составлена: профессором кафедры кибернетики ХТП, д.т.н. Писаренко Е.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов «_____» _____ 2023 г., протокол № _____.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», профиль «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика», рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой кибернетики химико-технологических процессов РХТУ им. Д. И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Макрокинетика химических процессов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, информатики, общей и неорганической химии, органической химии и аналогичных дисциплинах других направлений подготовки бакалавров.

Цель дисциплины: научить студентов методам анализа и моделирования химических процессов, обеспечивающих резкое сокращение сроков проведения научно-технических исследований при одновременном увеличении их надежности; способам создания новых производств и интенсификации действующих.

При изучении дисциплины студенты приобретают практические навыки построения кинетических моделей сложных гетерогенно-каталитических реакций; моделей зерна катализатора и моделей каталитических реакторов, а также осваивают аналитические и численные методы решения уравнений математических моделей и проверку их адекватности экспериментальным данным. В рамках данной дисциплины предусматривается, что студенты приобретают знания о современном реакторном оборудовании производств синтез-газа, метанола, водорода, диметилового эфира, аммиака, формальдегида, бутиловых спиртов, причем особое внимание уделяется совмещенным процессам.

Задачи дисциплины:

- формирование опыта и навыков построения кинетических моделей сложных многомаршрутных химических реакций;
- освоение основных методов оценки неизвестных параметров кинетических моделей и проверки их адекватности экспериментальным данным;
- формирование опыта и навыков анализа процессов массо-, теплопереноса в зерне гетерогенного катализатора, построения моделей зерна катализатора для гранул различных форм, расчета факторов эффективности работы зерна катализатора для различных реакций и реагентов;
- освоение методик построения моделей тепло- и массопереноса в газожидкостных системах и расчета величин межфазовых потоков и коэффициента ускорения абсорбции вследствие химической реакции;
- формирование опыта и навыков построения моделей реакторов с одно- и многофазными химическими процессами;
- приобретение практических навыков расчета конструктивных параметров химических реакторов с однофазными и многофазными потоками, определение ресурсо-, энергосберегающих режимов их эксплуатации;
- проведение практических работ с применением современных средств вычислительной техники.

Дисциплина «Макрокинетика химических процессов» в соответствии с учебным планом подготовки бакалавра преподается в 5-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-2 – Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.3 - Владеет навыками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта; навыками работы с нормативно-правовой документацией

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: технологический				
<p>Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации</p>	<p>Химическое, химико-технологическое производство</p> <p>- Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>	<p>ПК-1. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья</p>	<p>ПК-1.1. Знает процессы химической технологии, аппараты и методы их расчета, основные понятия управления технологическими процессами, методы оптимизации химико-технологических процессов, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок.</p>

				(уровень квалификации – 5).
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-3. Способен моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности	ПК-3.2. Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения задач расчета, моделирования и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/01.5. Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (уровень квалификации – 5).

				A/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).
		ПК-4. Способен осуществлять научные исследования в области энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии с использованием информационных компьютерных технологий	ПК-4.1. Знает методы сбора, анализа и систематизации экспериментальных данных, обобщения научно-технической информации в области профессиональной деятельности с использованием информационных компьютерных технологий ПК-4.3. Владеет приемами анализа, обработки, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки и оформления научно-технических отчетов	

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные принципы системного анализа химических процессов,
- основные методы построения математических моделей – кинетической, межфазового переноса газ-жидкость, химических реакторов с однофазными и многофазными потоками химических реагентов,
- математические методы решения уравнений моделей реакторов и физико-химических процессов в них протекающих,
- основные способы организации энерго-, ресурсосберегающих процессов в химических реакторах,
- способы интенсификации промышленных химических процессов,
- основные типы промышленных высокоэффективных химических реакторов и способы организации крупнотоннажных химических процессов.

Уметь:

- провести системный анализ новых химических процессов и интенсифицировать по целевым продуктам действующие производства,
- вывести уравнения химических инвариантов для заданной системы реагентов, установить минимальное число реагентов, измерение концентраций которых обеспечивает возможность оценки макрокинетических параметров моделей реакторов,
- осуществить по результатам лабораторного и стендового эксперимента построение кинетических и реакторных моделей,
- выбрать модель межфазового переноса тепла и массы для заданной системы газ-жидкость, оценить концентрации переходящего компонента в газе и жидкости, рассчитать коэффициент ускорения абсорбции переходящего компонента вследствие химической реакции,
- анализировать и моделировать режимы работы промышленных реакторов с трехфазными системами газ-жидкость-твердое с суспендированными и стационарными слоями катализаторов,
- произвести расчеты по установлению оптимальной конструкции реактора и режимов его эксплуатации, обеспечивающих его заданную годовую производительность по целевому продукту,
- определить способы дальнейшего повышения рентабельности работы моделируемого реактора.

Владеть:

- информацией по конструкциям высокопроизводительных химических реакторов, способам пуска реакторов, режимам их непрерывной эксплуатации и останова,
- методами анализа и моделирования химических процессов,
- способами расчета макрокинетических констант модели по результатам промышленного эксперимента,
- основными методами решения уравнений квазигомогенных и многофазных моделей реакторов,
- методами расчета – для заданного химического процесса - конструкции промышленного реактора и режимов его эксплуатации,
- основными способами интенсификации промышленных процессов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,3	48	36
Лекции	0,4	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,4	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	0,4	16	12
Самостоятельная работа	1,7	60	45
Контактная самостоятельная работа	1,7	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,8	44,85
Вид итогового контроля:	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1 семестр						
	Введение. Системный анализ реакторных процессов. Иерархические уровни анализа и исследования химических процессов. Закономерности протекания сложной химической реакции в гомогенных и гетерогенных физико-химических системах. Классификация математических методов моделирования промышленных процессов.	0,5	0,5	-	-	-
1.	Раздел 1. Теоретические основы. Статика и кинетика химически реагирующих систем. Построение кинетических моделей сложных многомаршрутных химических реакций.	30	2	4	4	20
1.1	Определение механизма многостадийной химической реакции. Стехиометрический анализ реагирующей химической системы.	6,5	0,5	0,5	0,5	5
1.2	Меры завершенности реакций. Химические варианты и инварианты. Основная система кинетических уравнений.	7	0,5	0,5	1	5

1.3	Типы моделей кинетики химических реакций. Закон действующих масс и закон действующих поверхностей.	6	0,5	-	0,5	5
1.4	Построение кинетических моделей гетерогенно-каталитических реакций со сложным механизмом протекания.	10,5	0,5	3	2	5
2.	Раздел 2. Методы моделирования химических процессов в двухфазных системах газ(жидкость)-твердое, газ-жидкость.	23	4	5	4	10
2.1	Области протекания каталитических реакций в системах газ - твердое. Экспериментальные методы определения областей протекания реакций.	3	0,5	1	0,5	1
2.2	Процессы переноса массы и тепла в зерне катализатора.	3	0,5	1	0,5	1
2.3	Математические модели гранул катализаторов различной формы – квазигомогенные, капиллярные, глобулярные, бидисперсные.	3	0,5	1	0,5	1
2.4	Уравнения диффузионной стехиометрии для изотермических и неізотермических процессов. Единственность и множественность стационарных состояний работы зерна. Основные способы интенсификации его работы.	4	0,5	1	0,5	2
2.5	Оценка внешнего и внутреннего факторов эффективности работы зерна катализатора для реагентов и итоговых реакций по маршрутам. Уравнения инвариантов для расчета факторов эффективности для неключевых веществ и независимых реакций.	3	0,5	1	0,5	1
2.6	Анализ процессов тепло- и массопереноса на границе раздела фаз газ-жидкость. Гидродинамика газожидкофазных систем. Пограничные слои при движении газового пузыря в жидкости. Газовые пузыри в стоксовом потоке жидкости, при умеренных и больших числах Рейнольдса. Тепло-массоперенос на границах раздела газ-жидкость.	2	0,5	-	0,5	1
2.7	Модели массо- теплопереноса на границе раздела фаз газ-жидкость (пленочная, Хигби, Данквертса).	5	1	-	1	3

	Расчет величин межфазовых потоков и коэффициента ускорения абсорбции вследствие химической реакции. Оценка величин скоростей массопереноса при различных гидродинамических режимах движения фаз.					
3	Раздел 3. Моделирование процессов в однофазных и многофазных реакторах.	22	4	4	4	10
3.1	Классификация моделей каталитических реакторов с аксиальным и радиальным направлением потока реагентов. Уравнения реакторных инвариантов. Квазигомогенные и двухфазные одно- и двух параметрические модели реакторов с аксиальным и/или радиальным направлением потока реагентов.	5	1	1	1	2
3.2	Изотермические, адиабатические, поллитропические реакторы. Реакторы с горизонтальными и вертикальными слоями катализатора и различной организацией движения сплошной фазы.	4	0,5	1	0,5	2
3.3	Трехфазные системы газ-жидкость-твердое с суспендированными и стационарными слоями катализаторов. Режимы течения потоков в трехфазных системах. Перепад давления в трехфазных системах. Процессы переноса тепла и массы в трехфазных системах. Методы моделирования промышленных трехфазных реакторов.	4	1	-	1	2
3.4	Алгоритмы и численные методы решения уравнений моделей каталитических реакторов (явный и полунеявный методы Рунге-Кутта, метод ортогональных коллокаций).	5	1	1	1	2
3.5	Стационарные и нестационарные режимы работы реакторов. Методы расчета и анализа режимов работы квазигомогенных и многофазных каталитических реакторов с целью установления энерго- и ресурсосберегающих режимов их эксплуатации.	4	0,5	1	0,5	2
4	Раздел 4. Конструкции каталитических реакторов в	18	3	2	3	10

	нефте- и газопереработке и режимы их эксплуатации.					
4.1	Полочные реакторы со стационарными слоями катализатора в производствах синтез-газа, метанола, диметилового эфира, бутиловых спиртов.	2,5	0,5	1	-	1
4.2	Реакторы с радиальными слоями катализатора и реакторы с комбинированными слоями аксиально-радиального типа в производстве аммиака.	2	0,5	-	0,5	1
4.3	Трубчатые реакторы со стационарными слоями катализатора в производствах метанола и формальдегида.	2,5	0,5	1	-	1
4.4	Комбинированные реакторы с трубчатой и полочной секциями в производстве формальдегида.	2	0,5	-	0,5	1
4.5	Реакторы с трехфазными потоками.	5	-	-	1	4
4.6	Реакторы с движущимся слоем катализатора получения оксидов мономеров.	2,5	0,5	-	1	1
4.7	Новые типы химических реакторов, перспективы их использования в различных отраслях промышленности.	1,5	0,5	-	-	1
5	Раздел 5. Современные проблемы создания энерго-ресурсосберегающих промышленных процессов. Интенсификация работы химических реакторов.	14	2	1	1	10
5.1	Основные крупнотоннажные промышленные процессы химической и нефтехимической промышленности. Тенденции их развития и основные направления их интенсификации.	3	0,5	-	0,5	2
5.2	Способы эффективной организации в каталитических реакторах процессов конверсии природного газа в синтез-газ, водород, метанол, диметиловый эфир, моторные топлива.	3	0,5	0,5	-	2
5.3	Конструкции каталитических реакторов ведущих зарубежных и отечественных фирм, обеспечивающие высокоинтенсивные режимы работы реакторного оборудования.	5	0,5	-	0,5	4
5.4	Интенсификация работы химических	3	0,5	0,5	-	2

реакторов на основе принципов совмещения химических и тепло-массообменных процессов, как в реакторном узле, так и в отдельном химическом реакторе.						
Заключение.	0,5	0,5	-	-	-	-
Всего	108	16	16	16	16	60

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение

Системный анализ реакторных процессов. Иерархические уровни анализа и исследования химических процессов. Закономерности протекания сложной химической реакции в гомогенных и гетерогенных физико-химических системах. Основные подходы к построению кинетических моделей, моделей зерна катализатора и каталитического реактора и к решению проблемы моделирования одно- и многофазных химических процессов. Структурная и параметрическая идентификация моделей. Классификация математических методов моделирования промышленных процессов. Одно, двух и трехфазные химические системы и процессы. Гидродинамика однофазных и многофазных потоков. Основные закономерности протекания процессов переноса тепла и массы в многофазных системах при протекании в них или на поверхности раздела их фаз химических реакций.

Раздел 1. Теоретические основы. Статика и кинетика химически реагирующих систем. Построение кинетических моделей сложных многомаршрутных химических реакций.

1.1. Определение механизма многостадийной химической реакции. Стехиометрический анализ реагирующей химической системы. Структурная и стехиометрическая матрицы. Независимые химические реакции. Стехиометрическое правило Гиббса. Базисные решения основной стехиометрической системы уравнений. Методика расчета независимых реакций.

1.2. Меры завершенности реакций. Химические варианты и инварианты. Основная система кинетических уравнений.

1.3. Типы моделей кинетики химических реакций. Закон действующих масс и закон действующих поверхностей. Медленные и быстрые стадии механизма химической реакции.

1.4. Построение кинетических моделей гетерогенно-каталитических реакций со сложным механизмом протекания. Методы Боденштейна и Хориути. Принцип квазистационарности Боденштейна - Семенова. Боденштейновские и небоденштейновские вещества. Стехиометрические числа, маршруты реакций, стехиометрические матрицы итоговых уравнений маршрутов. Правило Хориути. Кинетические модели многостадийных химических реакций и их основные свойства.

Раздел 2. Методы моделирования химических процессов в двухфазных системах газ(жидкость)-твердое, газ-жидкость.

2.1. Области протекания каталитических реакций в системах газ - твердое – внешнедиффузионная, внутридиффузионная, кинетическая. Экспериментальные методы определения областей протекания реакций.

2.2. Процессы переноса массы и тепла в зерне катализатора.

Молекулярная, кнудсеновская, поверхностная диффузия. Пуазейлевский, стефановский потоки. Нестационарные и стационарные режимы работы зерна.

2.3. Математические модели гранул катализаторов различной формы – квазигомогенные, капиллярные, глобулярные, бидисперсные.

2.4. Уравнения диффузионной стехиометрии для изотермических и неизотермических процессов. Единственность и множественность стационарных состояний работы зерна. Основные способы интенсификации его работы.

2.5. Оценка внешнего и внутреннего факторов эффективности работы зерна катализатора для реагентов и итоговых реакций по маршрутам. Уравнения инвариантов для расчета факторов эффективности для неключевых веществ и независимых реакций.

2.6. Анализ процессов тепло- и массопереноса на границе раздела фаз газ-жидкость. Гидродинамика газожидкофазных систем. Пограничные слои при движении газового пузыря в жидкости. Газовые пузыри в стоковом потоке жидкости, при умеренных и больших числах Рейнольдса. Тепло- массоперенос на границах раздела газ-жидкость.

2.7. Модели массо- теплопереноса на границе раздела фаз газ-жидкость (пленочная, Хигби, Данквертса). Расчет величин межфазовых потоков и коэффициента ускорения абсорбции вследствие химической реакции. Оценка величин скоростей массопереноса при различных гидродинамических режимах движения фаз.

Раздел 3. Моделирование процессов в однофазных и многофазных реакторах.

3.1. Классификация моделей каталитических реакторов с аксиальным и радиальным направлением потока реагентов. Уравнения реакторных инвариантов. Квазигомогенные и двухфазные одно- и двух параметрические модели реакторов с аксиальным и/или радиальным направлением потока реагентов.

3.2. Изотермические, адиабатические, политропические реакторы. Реакторы с горизонтальными и вертикальными слоями катализатора и различной организацией движения сплошной фазы.

3.3. Трехфазные системы газ-жидкость-твердое с суспендированными и стационарными слоями катализаторов. Режимы течения потоков в трехфазных системах. Перепад давления в трехфазных системах. Процессы переноса тепла и массы в трехфазных системах. Методы моделирования промышленных трехфазных реакторов.

3.4. Алгоритмы и численные методы решения уравнений моделей каталитических реакторов (явный и полунявный методы Рунге-Кутты, метод ортогональных коллокаций).

3.5. Стационарные и нестационарные режимы работы реакторов. Методы расчета и анализа режимов работы квазигомогенных и многофазных каталитических реакторов с целью установления энерго- и ресурсосберегающих режимов их эксплуатации.

Раздел 4. Конструкции каталитических реакторов в нефте- и газопереработке и режимы их эксплуатации.

4.1. Полочные реакторы со стационарными слоями катализатора в производствах синтез-газа, метанола, диметилового эфира, бутиловых спиртов.

4.2. Реакторы с радиальными слоями катализатора и реакторы с комбинированными слоями аксиально-радиального типа в производстве аммиака.

4.3. Трубочатые реакторы со стационарными слоями катализатора в производствах метанола и формальдегида.

4.4. Комбинированные реакторы с трубчатой и полочной секциями в производстве формальдегида.

4.5. Реакторы с трехфазными потоками.

Реакторы со стационарными слоями катализатора и нисходящим двухфазным газожидкостным потоком. Реакторы с суспендированным слоем катализатора и восходящим газожидкостным потоком. Реакторы с восходящим газожидкостным потоком и нисходящим рециркуляционным потоком катализатора.

4.6. Реакторы с движущимся слоем катализатора получения оксидов мономеров.

4.7. Новые типы химических реакторов, перспективы их использования в различных отраслях промышленности.

Раздел 5. Современные проблемы создания энерго- ресурсосберегающих промышленных процессов. Интенсификация работы химических реакторов.

5.1. Основные крупнотоннажные промышленные процессы химической и нефтехимической промышленности. Тенденции их развития и основные направления их интенсификации.

5.2. Способы эффективной организации в каталитических реакторах процессов конверсии природного газа в синтез-газ, водород, метанол, диметиловый эфир, моторные топлива.

5.3. Новые высокоэффективные каталитические системы конверсии метана в синтез-газ, метанол, диметиловый эфир, моторные топлива.

5.4. Конструкции каталитических реакторов ведущих зарубежных и отечественных фирм, обеспечивающие высокоинтенсивные режимы работы реакторного оборудования.

5.5. Интенсификация работы химических реакторов на основе принципов совмещения химических и тепло-массообменных процессов, как в реакторном узле, так и в отдельном химическом реакторе.

Заключение. Заключительная лекция по подведению итогов дисциплины.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ КОМПЕТЕНЦИЯМ БАКАЛАВРА

№	Требования к освоению дисциплины и компетенции	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
	Знать:					
1.	Основные принципы системного анализа химических процессов.	+				
2.	Основные методы построения математических моделей – кинетической, межфазового переноса газ-жидкость, химических реакторов с однофазными и многофазными потоками химических реагентов.	+	+	+		
3.	Математические методы решения уравнений моделей реакторов и физико-химических процессов в них протекающих.			+		
4.	Основные способы организации энерго-, ресурсосберегающих процессов в химических реакторах.					+
5.	Способы интенсификации промышленных химических процессов.					+
6.	Основные типы промышленных высокоэффективных химических реакторов и способы организации крупнотоннажных химических процессов.				+	+
	Уметь:					
7.	Провести системный анализ новых химических процессов и интенсифицировать по целевым продуктам действующие производства.					+
8.	Вывести уравнения химических инвариантов для заданной системы реагентов, установить минимальное число реагентов, измерение концентраций которых обеспечивает возможность оценки макрокинетических параметров моделей реакторов.	+				

№	Требования к освоению дисциплины и компетенции	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
9.	Осуществить по результатам лабораторного и стендового эксперимента построение кинетических и реакторных моделей.	+		+		
10.	Выбрать модель межфазового переноса тепла и массы для заданной системы газ-жидкость, оценить концентрации переходящего компонента в газе и жидкости, рассчитать коэффициент ускорения абсорбции переходящего компонента вследствие химической реакции.		+			
11.	Анализировать и моделировать режимы работы промышленных реакторов с трехфазными системами газ-жидкость-твердое с суспендированными и стационарными слоями катализаторов.			+		
12.	Произвести расчеты по установлению оптимальной конструкции реактора и режимов его эксплуатации, обеспечивающих его заданную годовую производительность по целевому продукту.			+		
13.	Определить способы дальнейшего повышения рентабельности работы моделируемого реактора.				+	+
Владеть:						
14.	Информацией по конструкциям высокопроизводительных химических реакторов, способам пуска реакторов, режимам их непрерывной эксплуатации и останова.			+	+	
15.	Методами анализа и моделирования химических процессов.	+	+	+		
16.	Способами расчета макрокинетических констант модели по результатам промышленного эксперимента.		+			
17.	Основными методами решения уравнений квазигомогенных и многофазных моделей реакторов.			+		
18.	Методами расчета – для заданного химического процесса - конструкции промышленного реактора и режимов его эксплуатации.			+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие универсальные компетенции и индикаторы их достижения:						
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК				
19.	УК-2 – Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.3 - Владеет навыками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта; навыками работы с нормативно-правовой документацией		+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие						

№	Требования к освоению дисциплины и компетенции		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:							
20.	ПК-1. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ПК-1.1. Знает процессы химической технологии, аппараты и методы их расчета, основные понятия управления технологическими процессами, методы оптимизации химико-технологических процессов, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса	+	+	+	+	+
21	ПК-3. Способен моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности	ПК-3.2. Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения задач расчета, моделирования и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов	+	+	+	+	+
22.	ПК-4. Способен осуществлять научные исследования в области энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии с использованием информационных компьютерных технологий	ПК-4.1. Знает методы сбора, анализа и систематизации экспериментальных данных, обобщения научно-технической информации в области профессиональной деятельности с использованием информационных компьютерных технологий ПК-4.3. Владеет приемами анализа, обработки, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки и оформления научно-технических отчетов	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.1-1.3	<p>Практическое занятие 1</p> <p><i>Стехиометрический анализ реагирующей химической системы.</i></p> <p>Для заданной системы реагентов выбрать структурные виды, построить матрицу структурных коэффициентов и матрицу стехиометрических коэффициентов. Рассчитать возможные системы независимых реакций. Показать, что они удовлетворяют закону сохранения массы и условиям электронейтральности.</p> <p><i>Построение уравнений химических инвариантов для заданной основной системы кинетических уравнений и решение системы обыкновенных дифференциальных уравнений с заданными начальными условиями численными методами.</i></p> <p>Для заданной последовательности элементарных химических реакций записать основную систему кинетических уравнений (ОСУ). Построить уравнения химических инвариантов по структурной и стехиометрической матрицам. Для заданных значений кинетических констант и начальных условий решить основную систему кинетических уравнений методом Рунге-Кутты. Показать, что уравнения химических инвариантов не противоречат полученному численному решению ОСУ.</p>	2
2	1.4	<p>Практическое занятие 2</p> <p><i>Построение кинетических моделей сложных многомаришрутных химических реакций.</i></p> <p>Для заданной последовательности элементарных стадий построить кинетические модели по методу Боденштейна. Сравнить с моделью, полученной по методу Хориути на лабораторной работе 1. Показать эквивалентность – по прогнозирующим возможностям – двух построенных моделей.</p>	2
3	2.1-2.5	<p>Практическое занятие 3</p> <p><i>Построение модели зерна катализатора и расчет факторов эффективности его работы.</i></p> <p>Для заданной системы итоговых уравнений по маршрутам для сферического зерна катализатора получить уравнения диффузионной стехиометрии для граничных условий Дирихле и Неймана. Вычислить внешний и внутренний факторы эффективности для независимых и ключевых веществ.</p>	2
4	2.6-2.7	<p>Практическое занятие 4</p> <p><i>Двухфазные системы газ-жидкость.</i></p> <p>Для заданной системы переходящих компонентов и системы химических реакций рассчитать величины межфазовых потоков и коэффициенты ускорения абсорбции вследствие химической реакции для независимых ключевых веществ по пленочной модели, модели Хигби, модели Данквертса.</p>	3

5	3.1-3.2, 3.4-3.5	Практическое занятие 5 Анализ и моделирование процессов в однофазных химических реакторах с радиальным направлением потока реагентов. Квазигомогенные модели каталитических реакторов. Решение уравнений моделей.	2
6	3.1-3.2, 3.4-3.5 5.2-5.4	Практическое занятие 6 Анализ и моделирование процессов в однофазных химических реакторах с аксиальным направлением потока реагентов. Квазигомогенные однопараметрические модели. Решение уравнений моделей.	3
7	3.3, 3.4- 3.5 4.1-4.2	Практическое занятие 7 <i>Анализ и моделирование процессов в многофазных химических реакторах.</i> Гетерогенные модели каталитических реакторов. Решение уравнений моделей.	2
		ИТОГО	16

6.2. Лабораторные работы

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Макрокинетика химических процессов», а также способствует приобретению практических навыков анализа результатов экспериментов, построения и решения уравнений кинетических моделей сложных многомаршрутных химических реакций, моделей систем газ-жидкость, моделей каталитических реакторов, проверке их адекватности экспериментальным данным, а также расчету конструкций аппаратов, обеспечивающих интенсивные режимы их промышленной эксплуатации.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 15 баллов (максимально по 5_баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры тем лабораторных работ и разделы, которые они охватывают:

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1.1-1.4	<i>Построение кинетической модели</i> для заданного механизма сложной многомаршрутной химической реакции с использованием метода <i>Хориути</i> . <i>Раздел 1</i>	4
2	2.6-2.7	<i>Моделирование химических процессов в двухфазных системах газ-жидкость. Раздел 2.</i> Для заданной системы переходящих компонентов и системы химических реакций рассчитать величины межфазовых потоков и коэффициенты ускорения адсорбции вследствие химической реакции для независимых ключевых веществ по пленочной модели/или модели Хигби или модели Данквертса.	4
3	3.1-3.5 4.1-4.7 5.1-5.4	<i>Моделирование химических процессов в однофазных и многофазных реакторах. Разделы 3-5.</i> Задан проточный изотермический реактор с охлаждаемой теплоносителем стенкой, в котором протекает реакция получения простых эфиров. Задана кинетическая модель и ее кинетические	8

	<p>константы, а также тепловой эффект реакции. Задан фактор эффективности работы зерна катализатора. Рассчитать длину каталитического реактора, на котором достигается требуемая конверсия исходного метанола.</p> <p>Задан секционный реактор гидрирования альдегидов в бутиловые спирты на никель-хромовом катализаторе. Задана кинетическая модель реакции гидрирования и ее кинетические константы. Заданы факторы эффективности для ключевых веществ. Задано мольное отношение водород: альдегиды (1 : 4). Задано содержание альдегидов в исходном сырье (30 % масс.), мольное отношение n-масляный альдегид: и-масляный альдегид (5 : 1). В промышленном реакторе реализован нисходящий газожидкостной поток. Определить объем катализатора в реакторе, число секций в реакторе, режим эксплуатации реактора, объемную скорость потока, обеспечивающую заданную производительность реактора по целевым продуктам – бутиловым спиртам.</p> <p>Задан секционный реактор алкилирования бензола этиленом на цеолитном катализаторе типа Y. Задана кинетическая модель этой реакции и ее кинетические константы, а также тепловой эффект реакции. Модель реактора однопараметрическая диффузионная модель с аксиальным перемешиванием потока. Рассчитать объем катализатора в реакционных секциях, число секций реактора, состав исходного сырья и режим эксплуатации реактора, обеспечивающим заданную производительность реактора по целевому продукту (этилбензолу) при условии, что количество побочных веществ (полиэтилбензолов) не должно превышать 3% масс.</p>	
	ИТОГО	16

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала и подготовку к выполнению практических работ по разделам дисциплины;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня,
- использование тестов промежуточного контроля знаний для проверки знаний по отдельным разделам дисциплины,
- подготовку к сдаче зачета и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимую для изучения дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ

ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

(РАЗДЕЛ ВЫПОЛНЕН В АВТОРСКОЙ РЕДАКЦИИ)

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 45 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 15 баллов) и устного опроса на зачете (40 баллов).

РАЗДЕЛ 1.

Контрольная работа №1 Решение задач по разделу дисциплины – построение кинетических моделей сложных многомаршрутных химических реакций. Для заданного стадийного механизма реакции вывести с использованием метода Боденштейна или Хориути соответствующую ему кинетическую модель. Определить уравнения итоговых реакций по маршрутам, ключевые вещества и записать уравнения химических инвариантов для небоденштейновских веществ.

Максимальная оценка –15 баллов.

РАЗДЕЛ 2.

Контрольная работа №2 Решение задач по разделу дисциплины – моделирование процесса в зерне катализатора. Для заданной модели зерна катализатора в котором протекает химическая реакция, вывести уравнения диффузионной стехиометрии, определяющие зависимости концентраций независимых веществ от концентраций ключевых веществ. Выразить факторы эффективности работы зерна катализатора для неключевых веществ и итоговых реакций по маршрутам через факторы эффективности для ключевых веществ.

Максимальная оценка –15 баллов.

РАЗДЕЛЫ 3-5.

Контрольная работа №3 Решение типовых задач по разделу дисциплины – моделирование химических процессов в однофазных и многофазных реакторах.

Решить заданную систему уравнений модели реактора, в котором протекает химическая реакция с известной кинетической моделью. Определить уравнения реакторных инвариантов. Построить профиль концентраций реагентов и определить производительность процесса по целевому продукту.

Контрольная работа № 3 состоит из **2 заданий**. Задание № 1 оценивается **10 баллами**, задание № 2 – **5 баллами**.

Максимальная оценка –15 баллов.

Примеры контрольных работ

Контрольная работа № 1. Решение типовых задач по построению кинетических моделей сложных многомаршрутных химических реакций по дисциплине «Макрокинетика химических процессов».

Вариант 1

Представлен стадийный механизм реакции паровой конверсии метанола:

- $CH_3OH + \Theta \leftrightarrow CH_3OH \cdot \Theta$
- $CH_3OH \cdot \Theta + 5 \Theta + H_2O \leftrightarrow 6H \cdot \Theta + CO_2$ (лимитирующая)
- $2H \cdot \Theta \leftrightarrow H_2 + 2\Theta$



Для заданного стадийного механизма реакции вывести с использованием метода *Боденштейна* соответствующую ему кинетическую модель. Указать число индивидуальных констант и число комплексов констант, подлежащих оценке.

Контрольная работа №2 Решение типовых задач по построению моделей зерна катализатора, выводу уравнений диффузионной стехиометрии и уравнений инвариантов для расчета факторов эффективности работы зерна катализатора для неключевых веществ и реакций по маршрутам по дисциплине «Макрокинетика химических процессов».

Вариант 1.

В каталитическом реакторе протекают следующие химические реакции:



Записать уравнения *квазигомогенной* модели зерна катализатора с *граничными условиями Дирихле*. Определить количество ключевых и неключевых веществ. Вывести уравнения диффузионной стехиометрии (инвариантных соотношений для расчета концентраций неключевых веществ и температуры как функций концентраций ключевых веществ). Записать соотношения для расчета факторов эффективности работы зерна катализатора для всех веществ и химических реакций. Выразить факторы эффективности работы зерна катализатора для неключевых веществ и реакций по маршрутам через факторы эффективности для ключевых веществ.

Контрольная работа №3 Решение типовых задач по разделу моделирование химических процессов в однофазных и многофазных каталитических реакторах по дисциплине «Макрокинетика химических процессов».

Вариант 1.

Задание 1. (10 баллов)

В каталитическом реакторе протекает реакция диспропорционирования толуола: $2\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 = \text{C}_6\text{H}_6 + \text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$. Реактор заполнен сферическим, цеолитным катализатором.

Упрощенная кинетическая модель реакции имеет вид: $W = kc_{\text{тол}}^2$,

где W – скорость химической реакции [моль/л·с]. Причем при $T=450$ °С, $k=0.071$ л·моль⁻¹·с⁻¹. Реактор адиабатический *односекционный*.

Модель адиабатического реактора:

$$-u \frac{dc_{\text{тол}}}{dl} = k_m S (c_{\text{тол}} - c_{\text{тол}}^{\text{пов}})$$

$$k_m S (c_{\text{тол}} - c_{\text{тол}}^{\text{пов}}) = 2\eta \cdot W (c_{\text{тол}}^{\text{пов}})$$

Начальные условия:

$$l=0 \quad c_{\text{тол}}(0) = 0.01 \text{ моль/л}, \quad c_{\text{бенз}}(0) = 0, \quad c_{\text{ксил}}(0) = 0$$

Численные значения параметров модели: $S=82.5$ дм²/дм³, $k_m = 1.5 \cdot 10^{-3}$ дм/с. Диаметр реактора 0.5 м, длина каталитического слоя 5 м, температура в реакционной зоне 450 °С, линейная скорость потока при нормальных условиях $u=0.5$ м/с, давление в реакторе 1.0 МПа. Фактор эффективности работы зерна катализатора $\eta=0.9$.

Вывести уравнения реакторных инвариантов. Рассчитать *профили концентраций реагентов по длине реактора* и *производительность работы реактора* в кг/ч по бензолу.

Задание 2.(5 баллов)

В каталитическом проточном реакторе протекают следующие химические реакции:

1. $CH_4 + H_2O = CO + 3H_2$
2. $CH_4 + CO_2 = 2CO + 2H_2$
3. $CO + H_2O = CO_2 + H_2$

Записать уравнения *гетерогенной двухфазной одномерной модели реактора идеального вытеснения с радиальным направлением потока реагентов*, в котором протекают реакции (1)-(3). Определить количество ключевых и неключевых веществ. Вывести уравнения реакторных инвариантов.

8.2. Темы и примеры заданий для лабораторных работ для текущего контроля освоения дисциплины

Лабораторная работа 1

Построение кинетической модели с использованием метода Хориути.

Подготовка к лабораторной работе 1 включает:

Изучение материалов курса лекций разделов дисциплины 1.1-1.7.

Оформление отчета по лабораторной работе 1 проводится в соответствии со следующей структурой:

1. Титульный лист.
2. Содержание.
3. Цель работы, задание.

Построить для заданного механизма сложной многомаршрутной химической реакции кинетическую модель с использованием метода Хориути.

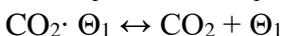
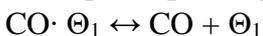
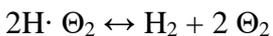
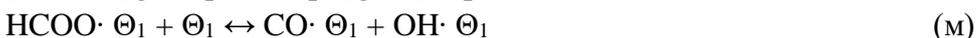
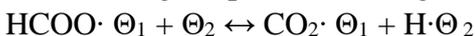
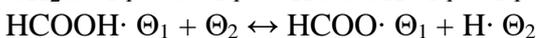
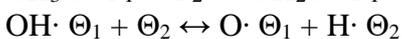
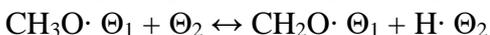
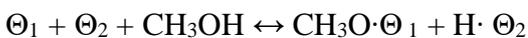
4. Теоретическая часть.

Рассмотреть метод Хориути, основные понятия и определения: стехиометрические числа Хориути, матрица стехиометрических чисел Хориути, маршруты реакций, стехиометрические матрицы итоговых уравнений маршрутов. Правило Хориути.

5. Практическая часть.

Вариант 1

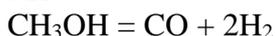
Задан стадийный механизм реакции паровой конверсии метанола и обратной реакции паровой конверсии оксида углерода (RWGS) на двух типах активных центров катализатора, предложенный Patel:



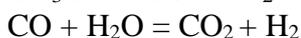
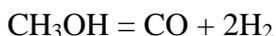
Задание:

По методу Хориути показать, что количество возможных маршрутов протекания реакции равно двум. Рассмотреть три различных набора стехиометрических чисел Хориути, дающие разные итоговые уравнения реакций по маршрутам для заданного механизма реакции.

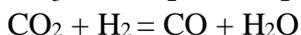
№1.



№ 2.



№ 3.



Построить кинетическую модель реакции паровой конверсии метанола с использованием метода Хориути для третьего набора стехиометрических чисел Хориути по следующей схеме:

I.) Разбить стехиометрическую матрицу B разбить на две подматрицы $B = [B_{nb} | B_b]$.

II) Записать основную систему кинетических уравнений:

$$\frac{d\vec{c}_{nb}}{dt} = B_{nb}^T \cdot \vec{W} \quad \text{и} \quad \frac{d\vec{c}_b}{dt} = B_b^T \cdot \vec{W}$$

III) Определить ранг матрицы стехиометрических коэффициентов для боденштейновских веществ $r(B_b)$.

IV) Определить число химических инвариантов для боденштейновских веществ

V) Найти матрицу стехиометрических чисел Хориути, решая систему линейных алгебраических уравнений: $B_b^T \cdot \nu = 0$.

VI) Рассчитать элементы матрицы стехиометрических коэффициентов итоговых реакций по маршрутам: $B_f^T = B_{nb}^T \cdot \nu$.

VII) Определить ранг матрицы B_f , число ключевых небоденштейновских веществ и независимых итоговых реакций по маршрутам.

VIII) Определить число химических инвариантов для небоденштейновских веществ: $n_{инв, nb} = N_{nb} - r(B_f)$

IX) Определить вектор скоростей итоговых реакций по маршрутам $\vec{r}^{(p)}$.

X) Выразить концентрации боденштейновских веществ через концентрации небоденштейновских веществ: $\vec{c}_b = \vec{\Psi} \{ \vec{c}_{nb}, \vec{k} \}$

XI) Выразить скорости итоговых реакций по маршрутам через скорости медленных стадий механизма химической реакции: $\vec{r}^{(p)} = f(\vec{W}_{rls})$

XII) Записать основную систему кинетических уравнений для ключевых небоденштейновских веществ и уравнения химических инвариантов для небоденштейновских веществ $\frac{d\vec{c}_{nb}}{dt} = B_f^T \cdot \vec{r}(\vec{c}_{nb}, \vec{\Psi} \{ \vec{c}_{nb}, \vec{k} \}, \vec{k})$.

XIII) Указать число индивидуальных констант и число комплексов констант, подлежащих оценке.

6. Выводы по работе.

7. Библиографический список.

К защите представить отчёт в печатной форме и в электронном виде в формате PDF.

Лабораторная работа 2

Моделирование химических процессов в двухфазных системах газ- жидкость

Подготовка к лабораторной работе 2 включает:

-Изучение материалов курса лекций разделов дисциплины 2.1-2.7

Оформление отчета по лабораторной работе 2 проводится в соответствии со следующей структурой:

1. Титульный лист.
2. Содержание.
3. Цель работы, задание.

4. Теоретическая часть. Рассмотреть математические модели - пленочную, Хигби и Данквертса при условии отсутствия химической реакции в жидкой фазе и при протекании химической реакции в жидкой фазе. Коэффициент ускорения абсорбции. Численные методы решения уравнений моделей (конечно-разностные и ортогональных коллокаций).

5. Практическая часть.

Вариант 1.

В газожидкостной системе происходит абсорбция компонента А в жидком растворителе В. Для расчета скорости абсорбции газа А использовать модель Данквертса. Функция распределения возраста элементов в пограничном слое жидкости имеет вид: $\psi = s \cdot \exp(-st)$

Модель процесса абсорбции:

$$\frac{\partial c_A}{\partial t} = D_L \frac{\partial^2 c_A}{\partial x^2}$$

Начальные условия: $t = 0 \quad x > 0 \quad c_A(x, 0) = 0,01 \text{ моль/см}^3$

Граничные условия:

$t > 0 \quad x = 0 \quad c_A(0, t) = c_A^* = 0,08 \text{ моль/см}^3.$

$x \rightarrow \infty \quad c_A \rightarrow 0,01 \text{ моль/см}^3.$

Параметры модели: $D_L = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{сек}.$

Средняя скорость абсорбции $V_{cp} = 7 \cdot 10^{-5} \text{ моль/см}^3 \cdot \text{сек}.$

Оценить параметр s модели Данквертса, при условии, что средняя скорость абсорбции определяется по уравнению:

$$V_{cp} = \int_0^{\infty} \sqrt{\frac{D_L}{\pi t}} (c_A^* - c_{A\infty}) \psi(t) dt$$

где $\psi(t)dt$ – доля общей поверхности, занимаемая элементами возраста от t до $t+dt$.

Показать, что функция распределения возраста элементов $\psi = s \cdot \exp(-st)$ удовлетворяет условию нормировки:

$$\int_0^{\infty} \psi(t) dt = 1$$

Выводы по работе.

Лабораторная работа № 3.

Моделирование процессов в однофазных и многофазных реакторах.

Лабораторная работа № 3 предусматривает закрепление знаний, умений и навыков по разделам 3-5.

Рассмотреть конструкции каталитических реакторов в производствах диметилового эфира из метанола и из синтез-газа, способы интенсификации промышленных химических процессов получения диметилового эфира. Привести алгоритмы и численные методы решения уравнений моделей каталитических реакторов: полунявный метод Рунге-Кутты 4 порядка и метод ортогональных коллокаций.

Вариант 1.

Моделирование процесса в каталитическом реакторе синтеза диметилового эфира из метанола.

В трубчатом реакторе при атмосферном давлении и температуре 550 К протекает реакция синтеза диметилового эфира из метанола на катализаторе $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ (фактор эффективности работы зерна катализатора принять равным 1):



Уравнение скорости реакции синтеза диметилового эфира и кинетические параметры модели представлены следующими уравнениями (полученные Бердик и Левек):

$$r_M(T^b, C_i^b) = \frac{k_S K_M^2 (C_M^2 - C_W C_E / K)}{(1 + 2\sqrt{K_M C_M + K_W C_W})^4} \quad (1)$$

$$k_S = 5.35 \cdot 10^{13} \exp(-17280/T) \quad (2)$$

$$K_M = 5.39 \cdot 10^{-4} \exp(8487/T) \quad (3)$$

$$K_W = 8.47 \cdot 10^{-2} \exp(5070/T) \quad (4)$$

Необходимые данные для расчета зависимости константы равновесия химической реакции от температуры взять из справочника Рид Р., Праусниц Дж., Шервуд Т. «Свойства газов и жидкостей»:

$$c_{p,i} = (A + B \cdot T + C \cdot T^2 + D \cdot T^3) \cdot 4,1868, \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1} \quad (5)$$

$$\Delta H_u(T) = \sum_{i=1}^N \mathcal{Q}_i \cdot \Delta H_{298,i} + \sum_{i=1}^N \int_{298}^T \mathcal{Q}_i \cdot c_{p,i} dT \quad (6)$$

$$\Delta S_u(T) = \sum_{i=1}^N \mathcal{Q}_i \cdot \Delta S_{298,i} + \sum_{i=1}^N \int_{298}^T \mathcal{Q}_i \cdot c_{p,i} \frac{dT}{T} \quad (7)$$

$$\Delta G_u(T) = \Delta H_u(T) - T \cdot \Delta S_u(T) \quad (8)$$

$$K_u^e(T) = \exp\left(\frac{-\Delta G_u(T)}{R \cdot T}\right) \quad (9)$$

Задание:

- Записать уравнение квазигомогенной модели каталитического реактора синтеза диметилового эфира из метанола (РИВ).
- Определить число ключевых веществ и построить уравнения реакторных инвариантов.
- Записать алгоритм решения уравнений модели каталитического реактора.
- Построить графики зависимости концентрации метанола и температуры от длины каталитического слоя реактора.
- Определить при какой длине каталитического слоя достигается степень превращения метанола 80%.

6. Листинг программы.

7. Выводы по работе.

8. Библиографический список.

К защите представить отчёт в печатной форме и в электронном виде в формате PDF.

8.3. Составление отчётов по лабораторным работам для текущего контроля освоения дисциплины

По результатам выполнения каждой из трех лабораторных работ составляется отчёт, написание которого предусмотрено в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Защита отчётов по лабораторным работам предусмотрена во время аудиторных занятий.

Составление отчётов по лабораторным работам предусматривает закрепление знаний, умений и навыков по теоретическому материалу соответствующих разделов.

Максимальная оценка за выполнение и защиту каждого отчёта – **5 баллов** (за 3 отчёта – **15 баллов**).

Лабораторная работа №1.

Построение кинетической модели с использованием метода Хориути.

Составление отчёта по лабораторной работе № 1 предусматривает закрепление знаний, умений и навыков по теоретическому материалу раздела 1. Максимальная оценка за выполнение и защиту – **5 баллов**.

Подготовка к лабораторной работе №1 включает изучение материалов курса лекций разделов дисциплины 1.1-1.7.

Оформление отчета по лабораторной работе №1 проводится в соответствии со следующей структурой:

1. Титульный лист.
2. Содержание.
3. Цель работы, задание.
4. Теоретическая часть.

Рассмотреть метод Хориути, основные понятия и определения: стехиометрические числа Хориути, матрица стехиометрических чисел Хориути, маршруты реакций, стехиометрические матрицы итоговых уравнений маршрутов. Правило Хориути.

5. Практическая часть.

Построить для заданного механизма сложной многомаршрутной химической реакции кинетическую модель с использованием метода Хориути.

6. Выводы по работе.
7. Библиографический список.

К защите представить отчёт в печатной форме и в электронном виде в формате PDF.

Лабораторная работа № 2.

Моделирование химических процессов в двухфазных системах газ- жидкость.

Составление отчёта по циклу лабораторных работ № 2 предусматривает закрепление знаний, умений и навыков по теоретическому материалу раздела 2. Максимальная оценка за выполнение и защиту – **5 баллов**.

Подготовка к лабораторной работе № 2 включает изучение материалов курса лекций разделов дисциплины 2.1-2.7

Оформление отчета по лабораторной работе №2 проводится в соответствии со следующей структурой:

1. Титульный лист.
2. Содержание.
3. Цель работы, задание.
4. Теоретическая часть.

Рассмотреть математические модели - пленочную, Хигби и Данквертса при условии отсутствия химической реакции в жидкой фазе и при протекании химической реакции в жидкой фазе. Коэффициент ускорения абсорбции. Численные методы решения уравнений моделей (конечно-разностные и ортогональных коллокаций).

5. Практическая часть.

Моделирование процесса в системах газ-жидкость. Рассчитать коэффициент ускорения абсорбции при протекании химической реакции в жидкой фазе.

6. Листинг программы.
7. Выводы по работе.
8. Библиографический список.

К защите представить отчёт в печатной форме и в электронном виде в формате PDF.

Лабораторная работа №3.

Моделирование процессов в однофазных и многофазных реакторах.

Составление отчёта по лабораторной работе № 3 предусматривает закрепление знаний, умений и навыков по теоретическим материалам разделов 3-5. Максимальная оценка за выполнение и защиту – **5 баллов**.

Подготовка к лабораторной работе № 3 включает изучение материалов курса лекций разделов дисциплины 3.1-3.5, 4.1, 5.1-5.3

Оформление отчета по лабораторной работе № 3 проводится в соответствии со следующей структурой:

1. Титульный лист.
2. Содержание.
3. Цель работы, задание.
4. Теоретическая часть.

Рассмотреть конструкции каталитических реакторов в производствах диметилового эфира из метанола и из синтез-газа, способы интенсификации промышленных химических процессов получения диметилового эфира. Привести алгоритмы и численные методы решения уравнений моделей каталитических реакторов: полуявный метод Рунге-Кутты 4 порядка и метод ортогональных коллокаций.

5. Практическая часть.

Моделирование режимов работы каталитических реакторов со стационарными слоями катализатора.

6. Листинг программы.
7. Выводы по работе.
8. Библиографический список.

К защите представить отчёт в печатной форме и в электронном виде в формате PDF.

8.4. Вопросы для контроля освоения дисциплины (зачёт, 5 семестр)

Максимальное количество баллов за зачёт в форме устного опроса по теоретическим разделам дисциплины – **40 баллов**. Опрос включает два теоретических вопроса из разных тем, относящихся к разным разделам дисциплины. Максимальная оценка за каждый теоретический вопрос – **20 баллов**.

Примеры вопросов для итогового контроля освоения дисциплины:

1. Системный анализ реакторных процессов. Основные этапы и задачи исследования реакторных процессов. (20 баллов)
2. Классификация математических методов моделирования промышленных процессов. Одно, двух и трехфазные химические системы и процессы. (20 баллов)
3. Значение и роль кинетических исследований при моделировании промышленного каталитического процесса. (20 баллов)
4. Основные понятия стехиометрического анализа химических реагирующих систем: структурные и молекулярные виды, матрицы структурных коэффициентов, матрицы стехиометрических коэффициентов. Их свойства. (20 баллов)
5. Стехиометрический анализ химически реагирующих систем. Сложные, стехиометрически простые, элементарные химические реакции как элементы линейных векторных пространств. (20 баллов)
6. Равновесные химические реакции. Прямая и обратная задачи химических равновесий. (20 баллов)
7. Использование независимых химических реакций при расчете равновесных составов сложных реагирующих химических систем. Принципы выбора оптимальной совокупности независимых реакций. (20 баллов)

8. Матричная запись закона сохранения массы и условий электронейтральности реагирующей химической системы. Стехиометрическое правило Гиббса. Построение матрицы стадийного механизма химической реакции. (20 баллов)
9. Химическое сродство реакции. Определение направления протекания химических реакций по значениям их констант равновесия для заданных величин термодинамических переменных и исходных концентраций реагентов. (20 баллов)
10. Определение меры завершенности химической реакции. Векторные концентрационные и молярные меры завершенности химических реакций. Установление функциональной зависимости мер завершенности химических реакций от концентраций реагентов. Интегральные уравнения изменения концентраций реагентов в пространстве и во времени как функции концентраций ключевых веществ. (20 баллов)
11. Принцип детального равновесия. Закон действующих масс. Формулировка закона действующих масс для элементарных гомогенных газовых, элементарных жидкофазных реакций, для элементарных реакций газов и жидкостей на твердых поверхностях. Константы равновесия элементарных реакций, константы скорости прямой и обратной элементарной реакции, их зависимость от термодинамических переменных. (20 баллов)
12. Основная система кинетических уравнений, ее свойства. Закон действующих масс и закон действующих поверхностей. (20 баллов)
13. Химические инварианты, определение и свойства. Оценка общего числа химических инвариантов. (20 баллов)
14. Построение уравнений химических инвариантов по структурной матрице. (20 баллов)
15. Построение уравнений химических инвариантов по стехиометрической матрице. (20 баллов)
16. Нестационарная, квазистационарная и стационарная области протекания химических реакций. (20 баллов)
17. Построение кинетической модели сложной многостадийной химической реакции с использованием метода Боденштейна. (20 баллов)
18. Определение боденштейновских и небоденштейновских веществ. Расчет их концентраций для различного времени протекания реакции. (20 баллов)
19. Стехиометрическая определенность химических реагирующих систем. Построение уравнений химических инвариантов для *боденштейновских* и веществ. (20 баллов)
20. Стехиометрическая определенность химических реагирующих систем. Построение уравнений химических инвариантов для *небоденштейновских* веществ. (20 баллов)
21. Построение кинетической модели сложной многостадийной химической реакции с использованием метода Хориути. (20 баллов)
22. Стехиометрические числа Хориути. Правило Хориути. Определение максимального числа линейно независимых векторов стехиометрических чисел Хориути. Матрица стехиометрических чисел Хориути. (20 баллов)
23. Построение стехиометрической матрицы итоговых реакций по маршрутам по методу Хориути. Расчет вектора скоростей итоговых реакций по маршрутам, выведенных по методу Хориути. (20 баллов)
24. Структурная и параметрическая идентификация моделей. (20 баллов)
25. Области протекания гетерогенно-каталитических процессов и экспериментальные способы их определения. (20 баллов)
26. Квазигомогенная модель зерна катализатора. Граничные условия Дирихле. (20 баллов)
27. Квазигомогенная модель зерна катализатора. Граничные условия Неймана. (20 баллов)
28. Бидисперсная модель зерна катализатора. Граничные условия для модели зерна. (20 баллов)
29. Глобулярная модель зерна катализатора. Граничные условия для модели зерна. (20 баллов)

30. Капиллярная модель зерна катализатора. Граничные условия для модели зерна. (20 баллов)
31. Потоки реагентов в зерне катализатора. Молекулярная диффузия, зависимость коэффициентов молекулярной диффузии от термодинамических переменных. (20 баллов)
32. Потоки реагентов в зерне катализатора. Кнудсеновская и поверхностная диффузия. Зависимость коэффициентов кнудсеновской и поверхностной диффузии от термодинамических переменных. (20 баллов)
33. Потоки реагентов в зерне катализатора. Пуазейлевский поток. Зависимость коэффициентов пуазейлевской диффузии от термодинамических переменных. (20 баллов)
34. Уравнения диффузионной стехиометрии для изотермических процессов. (20 баллов)
35. Уравнения диффузионной стехиометрии для неизотермических процессов. (20 баллов)
36. Фактор эффективности работы зерна катализатора для реагентов и итоговых реакций по маршрутам. (20 баллов)
37. Уравнения инвариантов для расчета факторов эффективности неключевых веществ и независимых химических реакций (20 баллов)
38. Основные закономерности протекания процессов переноса тепла и массы в многофазных системах при протекании в них или на поверхности раздела фаз химических реакций. (20 баллов)
39. Массоперенос на границе раздела фаз газ-жидкость. Пленочная модель при отсутствии химической реакции в жидкой фазе. (20 баллов)
40. Массоперенос на границе раздела фаз газ-жидкость. Пленочная модель при протекании химической реакции в жидкой фазе. Коэффициент ускорения абсорбции реагентов вследствие химической реакции. Методы его оценки. (20 баллов)
41. Массоперенос на границе раздела фаз газ-жидкость. Модель Хигби при отсутствии химической реакции в жидкой фазе. (20 баллов)
42. Массоперенос на границе раздела фаз газ-жидкость. Модель Хигби при протекании химической реакции в жидкой фазе. Коэффициент ускорения абсорбции реагентов вследствие химической реакции. Методы его оценки. (20 баллов)
43. Расчет коэффициента ускорения абсорбции переходящего компонента вследствие протекания химической реакции в жидкой фазе в системах газ-жидкость. (20 баллов)
44. Массоперенос на границе раздела фаз газ-жидкость. Модель Данквертса при отсутствии химической реакции в жидкой фазе. (20 баллов)
45. Массоперенос на границе раздела фаз газ-жидкость. Модель Данквертса при протекании химической реакции в жидкой фазе. Коэффициент ускорения абсорбции реагентов вследствие химической реакции. Методы его оценки. (20 баллов)
46. Контактно-каталитические реакции. Квазигомогенные модели. Области применения подобных моделей. (20 баллов)
47. Контактно-каталитические реакции. Многофазные модели. Области применения подобных моделей. (20 баллов)
48. Уравнения реакторной стехиометрии квазигомогенных адиабатических реакторов. Их роль в моделировании химических процессов. (20 баллов)
49. Уравнения реакторной стехиометрии квазигомогенных политропических реакторов. Их роль в моделировании химических процессов. (20 баллов)
50. Квазигомогенная диффузионная модель с продольным перемешиванием потока. (20 баллов)
51. Квазигомогенная диффузионная модель с радиальным перемешиванием потока (20 баллов).
52. Квазигомогенная диффузионная модель с продольным и радиальным перемешиванием потока. (20 баллов)
53. Основные типы двухфазных, гетерогенных моделей. Методы их решения. (20 баллов)
54. Трехфазные системы газ-жидкость-твердое с суспендированными и стационарными слоями катализаторов. Режимы течения трехфазных потоков. (20 баллов)

55. Перепад давления в трехфазных системах. (20 баллов)
56. Процессы переноса тепла и массы в трехфазных системах. (20 баллов)
57. Трехфазные модели реакторов со стационарными слоями катализаторов и двухфазным газо-жидкостным потоком. Численные методы их решения. (20 баллов)
58. Трехфазные модели реакторов с суспендированным слоем катализатора и двухфазным газо-жидкостным потоком. Численные методы их решения. (20 баллов)
59. Основные принципы расчета однофазных реакторов. (20 баллов)
60. Основные принципы расчета многофазных реакторов. (20 баллов)
61. Стационарные и нестационарные режимы работы реакторов. (20 баллов)
62. Математические методы решения уравнений моделей реакторов. (20 баллов)
63. Принципы построения кинетических и реакторных моделей по результатам лабораторного и стендового эксперимента. (20 баллов)
64. Методы расчета и анализа режимов работы квазигомогенных и многофазных каталитических реакторов с целью установления энерго- и ресурсосберегающих режимов их эксплуатации. (20 баллов)
65. Конструкции каталитических реакторов в производстве синтез-газа. Комбинированные автотермические риформеры метана. (20 баллов)
66. Шахтные реакторы в производстве синтез-газа. Режимы эксплуатации (20 баллов)
67. Трубчатые печи в производстве синтез-газа. Режимы эксплуатации. Остаточное содержание метана в продуктовом потоке синтез-газа. (20 баллов)
68. Двухступенчатая паровая конверсия метана. Использование реакторов-теплообменников в производстве синтез-газа. (20 баллов)
69. Одноступенчатая паровая конверсия метана. Конструкции каталитических реакторов получения синтеза-газа. (20 баллов)
70. Полочные реакторы со стационарными слоями катализатора в производстве метанола. Конструкции реакторов и режимы эксплуатации. (20 баллов)
71. Трубчатые реакторы со стационарными слоями катализатора в производстве метанола. Конструкции реакторов, используемые теплоносители и режимы эксплуатации. (20 баллов)
72. Адиабатические сферические реакторы в производстве метанола, режимы эксплуатации. (20 баллов)
73. Радиальные реакторы синтеза метанола. Направление потока реагентов, используемые теплоносители, режимы эксплуатации. (20 баллов)
74. Горизонтальные колонны синтеза метанола. Преимущество конструкции. Режимы эксплуатации. (20 баллов)
75. Полочные реакторы со стационарными слоями катализатора в производстве диметилового эфира из метанола. Конструкции реакторов и режимы эксплуатации. (20 баллов)
76. Полочные реакторы со стационарными слоями катализатора в производстве бутиловых спиртов. Конструкции реакторов и режимы эксплуатации. (20 баллов)
77. Реакторы с радиальными слоями катализатора в производстве аммиака. Конструкции реакторов и режимы эксплуатации. (20 баллов)
78. Реакторы паровой конверсии оксида углерода с радиальными и аксиальными слоями катализатора в производстве аммиака. Конструкции реакторов и режимы эксплуатации. (20 баллов)
79. Реакторы с комбинированными слоями аксиально-радиального типа в производстве аммиака. Конструкции реакторов и режимы эксплуатации. (20 баллов)
80. Трубчатые реакторы со стационарными слоями катализатора в производстве формальдегида. Конструкции реакторов и режимы эксплуатации. (20 баллов)
81. Комбинированные реакторы с трубчатой и полочной секциями в производстве формальдегида. Конструкции реакторов и режимы эксплуатации. (20 баллов)

82. Реакторы со стационарными слоями катализатора и нисходящим двухфазным газожидкостным потоком. Примеры. Конструкции реакторов и режимы эксплуатации. (20 баллов)
83. Реакторы с суспендированным слоем катализатора и восходящим газожидкостным потоком. Примеры. Конструкции реакторов и режимы эксплуатации. (20 баллов)
84. Реакторы с восходящим газожидкостным потоком и нисходящим рециркуляционным потоком катализатора. Примеры. Конструкции реакторов и режимы эксплуатации. (20 баллов)
85. Реакторы с движущимся слоем катализатора получения оксидов мономеров. Примеры. Конструкции реакторов и режимы эксплуатации. (20 баллов)
86. Новые типы химических реакторов, перспективы их использования в различных отраслях промышленности. (20 баллов)
87. Конструкции однофазных и многофазных реакторов в нефтепереработке. Примеры. (20 баллов)
88. Конструкции однофазных и многофазных реакторов в газопереработке. Примеры. (20 баллов)
89. Основные типы промышленных высокоэффективных каталитических реакторов. (20 баллов)
90. Новые конструкции каталитических реакторов ведущих зарубежных и отечественных фирм, обеспечивающие высокоинтенсивные режимы работы реакторного оборудования. (20 баллов)
91. Способы интенсификации промышленных химических процессов. (20 баллов)
92. Основные способы организации энерго-, ресурсосберегающих процессов в химических реакторах. (20 баллов)
93. Интенсификация работы каталитических реакторов на основе принципов совмещения химических и тепло-массообменных процессов, как в реакторном узле, так и в отдельном химическом реакторе. (20 баллов)
94. Основные крупнотоннажные промышленные процессы нефтехимической промышленности. Тенденции их развития и основные направления их интенсификации. (20 баллов)
95. Основные крупнотоннажные промышленные процессы химической промышленности. Тенденции их развития и основные направления их интенсификации. (20 баллов)

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

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература.

1. Писаренко Е.В. Кинетика и макрокинетика химических процессов. М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2018. 132 с.
2. Писаренко В.Н., Писаренко Е.В. Процессы адсорбции веществ на гетерогенных катализаторах: теория и методы моделирования. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. –72 с.
3. Писаренко Е.В., Писаренко В.Н. Теория планирования эксперимента. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. –60 с.

Б) Дополнительная литература.

1. Писаренко Е. В. Промышленные каталитические процессы. Структуры и свойства твердых катализаторов. М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2009. 136 с.

2. В.Н. Писаренко, Т.Б. Жукова, В.В. Кафаров. Макрокинетика химических процессов. – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1983. – 64 с.
3. Т.Б. Жукова, В.Н. Писаренко, В.В. Кафаров. Макрокинетика химических процессов. Явления переноса. – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1985. – 48 с.
4. О.В. Крылов Гетерогенный катализ. Учебное пособие для вузов. М.: «Академкнига», 2004 . – 679 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- «Химическая промышленность сегодня», ISSN – 0023-110X;
- «Химическая технология», ISSN – 1684-5811;
- «Теоретические основы химической технологии», ISSN – 0040-3571;
- «Computers and Chemical Engineering» ISSN – 0098-1354;
- «Программные продукты и системы», ISSN (печатной версии) – 0236-235X, ISSN (онлайновой версии) – 2311-2735;

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

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

- конспекты лекций в формате *.pdf – 16;
- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16, (общее число слайдов – 250);
- банк вариантов контрольной работы № 1 – 50;
- банк вариантов контрольной работы № 2 – 50;
- банк вариантов контрольной работы № 3 – 50;
- банк вариантов лабораторной работы № 1– 25;
- банк вариантов лабораторной работы № 2– 25;
- банк вариантов лабораторной работы № 3– 25;
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины – 50;
- демонстрационные расчётные модули по комплексным заданиям;
- предустановленное лицензионное программное обеспечение в компьютерном классе (Windows 7, Microsoft Office 2010).

Имеются дополнительные средства для изучения дисциплины: электронные учебные пособия, библиотека программ для решения уравнений моделей, задания к практическим занятиям (50 задач), задания к самостоятельным работам (50 задач).

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн.

- тематическая группа в социальной сети Вконтакте, доступ к групповым чатам (Discord, WhatsApp, Viber), к вебинарам (Discord, Zoom, webinar.ru), групповой электронной почте, онлайн-конференции в Skype.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся

основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2022 составляет 1 719 785 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

В соответствии с учебным планом занятия проводятся в форме лекций, практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Учебная аудитория для проведения лекций и практических занятий вместимостью не менее 30 человек, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Компьютерный класс, насчитывающий не менее 10 посадочных мест, с предустановленным лицензионным программным обеспечением (Windows, Microsoft Excel) и выходом в Интернет для проведения практических и лабораторных занятий.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащённые компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия

Учебные пособия по дисциплине.

Электронный раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Демонстрационные расчётные модули по комплексным заданиям.

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

На кафедре КХТП для проведения занятий по дисциплине имеются персональные компьютеры с предустановленным стандартным и специализированным лицензионным программным обеспечением, приведенным в разделе 11.5. При необходимости использования аудиовизуального материала на лекциях на кафедре имеются проектор и настенный экран, а также звуковые колонки. Все компьютеры объединены в единую локальную сеть и имеют доступ к глобальной сети Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

На кафедре КХТП используются информационно-методические материалы: инструкции по технике безопасности в компьютерном классе; методические рекомендации к практическим занятиям; учебные пособия; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; раздаточный материал к разделам дисциплины; справочные материалы.

На кафедре КХТП используются электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; электронные конспекты лекций; учебно-методические разработки в электронном виде; демонстрационные программы; специализированное программное обеспечение; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each Academic Edition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 10. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath 	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Теоретические основы. Статика и кинетика химически реагирующих систем.	Знает: Основные принципы системного анализа химических процессов, основные методы построения кинетической модели. Умеет: Вывести уравнения химических инвариантов для заданной системы реагентов, установить минимальное число реагентов, измерение концентраций которых обеспечивает	Оценка за лабораторную работу № 1 по разделу 1 (наивысший балл 5). Оценка за

<p>Построение кинетических моделей сложных многомаршрутных химических реакций.</p>	<p>возможность оценки макрокинетических параметров моделей реакторов, осуществить по результатам лабораторного и стендового эксперимента построение кинетических моделей. Владеет: Методами анализа и моделирования химических процессов.</p>	<p>контрольную работу № 1 (наивысший балл 15). Оценка на устном опросе.</p>
<p>Раздел 2. Методы моделирования химических процессов в двухфазных системах газ (жидкость)-твердое, газ-жидкость.</p>	<p>Знает: Основные методы построения математических моделей – кинетической, межфазового переноса газ-жидкость. Умеет: Выбрать модель межфазового переноса тепла и массы для заданной системы газ-жидкость, оценить концентрации переходящего компонента в газе и жидкости, рассчитать коэффициент ускорения абсорбции переходящего компонента вследствие химической реакции. Владеет: Методами анализа и моделирования химических процессов, способами расчета макрокинетических констант модели по результатам промышленного эксперимента</p>	<p>Оценка за лабораторную работу № 2 по разделу 2 (наивысший балл 5). Оценка за контрольную работу № 2 (наивысший балл 15). Оценка на устном опросе.</p>
<p>Раздел 3. Моделирование процессов в однофазных и многофазных реакторах.</p>	<p>Знает: Основные методы построения математических моделей – кинетической, межфазового переноса газ-жидкость, химических реакторов с однофазными и многофазными потоками химических реагентов, математические методы решения уравнений моделей реакторов и физико-химических процессов в них протекающих. Умеет: Осуществить по результатам лабораторного и стендового эксперимента построение кинетических и реакторных моделей, анализировать и моделировать режимы работы промышленных реакторов с трехфазными системами газ-жидкость-твердое с суспендированными и стационарными слоями катализаторов, произвести расчеты по установлению оптимальной конструкции реактора и режимов его эксплуатации, обеспечивающих его заданную годовую производительность по целевому продукту. Владеет: Информацией по конструкциям высокопроизводительных химических реакторов, способам пуска реакторов, режимам их непрерывной эксплуатации и останова, методами анализа и моделирования химических процессов, основными методами решения уравнений квазигомогенных и многофазных моделей реакторов, методами расчета – для заданного химического процесса - конструкции промышленного реактора и режимов его эксплуатации.</p>	<p>Оценка за лабораторную работу № 3 по разделам 3-5 (наивысший балл 5). Оценка за контрольную работу № 3 по разделам 3-5 (наивысший балл 15). Оценка на устном опросе.</p>
<p>Раздел 4. Конструкции каталитических</p>	<p>Знает: Основные типы промышленных высокоэффективных химических реакторов и способы организации крупнотоннажных</p>	<p>Оценка за лабораторную работу № 3 по</p>

реакторов в нефте- и газопереработке и режимы их эксплуатации.	химических процессов. Умеет: Определить способы дальнейшего повышения рентабельности работы моделируемого реактора. Владеет: Информацией по конструкциям высокопроизводительных химических реакторов, способам пуска реакторов, режимам их непрерывной эксплуатации и останова, методами расчета – для заданного химического процесса - конструкции промышленного реактора и режимов его эксплуатации.	разделах 3-5 (наивысший балл 5). Оценка за контрольную работу № 3 по разделам 3-5 (наивысший балл 15). Оценка на устном опросе.
Раздел 5. Современные проблемы создания энерго-ресурсосберегающих их промышленных процессов. Интенсификация работы химических реакторов.	Знает: Основные способы организации энерго-, ресурсосберегающих процессов в химических реакторах, основные типы промышленных высокоэффективных химических реакторов и способы организации крупнотоннажных химических процессов, способы интенсификации промышленных химических процессов. Умеет: Провести системный анализ новых химических процессов и интенсифицировать по целевым продуктам действующие производства, определить способы дальнейшего повышения рентабельности работы моделируемого реактора. Владеет: Методами расчета – для заданного химического процесса - конструкции промышленного реактора и режимов его эксплуатации.	Оценка за лабораторную работу № 3 по разделам 3-5 (наивысший балл 5). Оценка за контрольную работу № 3 по разделам 3-5 (наивысший балл 15). Оценка на устном опросе.

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

«Макрокинетика химических процессов»
основной образовательной программы
по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в
химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»
Профиль «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика»
Квалификация - бакалавр

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

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

_____ Ф. А. Колоколов

«_____» _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Математика»

**Направление подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«19» июня 2023 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2023 г.

Программа составлена заведующим кафедрой высшей математики, к.т.н. Е.Г.Рудаковской, доцентом кафедры высшей математики, к.п.н. М.А Меладзе., доцентом кафедры высшей математики, к.т.н. В.В.Осипчик

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры высшей математики РХТУ им. Д.И. Менделеева «11» апреля 2023 г., протокол № 4.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки бакалавров **18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой высшей математики РХТУ им. Д.И.Менделеева. Программа рассчитана на изучение курса в течение четырех семестров.

Дисциплина «**Математика**» относится к базовой части блока дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области основ элементарной математики, изучаемой в школьном курсе.

Цель дисциплины - формирование у студентов системы основных понятий, используемых для построения важнейших математических моделей, и математических методов для описания различных химико-технологических процессов.

Задачи дисциплины - создание фундаментальной математической базы, а также развитие навыков математического мышления и использование их для решения практических задач.

Дисциплина «**Математика**» преподается в 1-4 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикаторов достижения ОПК
ОПК-2. Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 Знает основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики, технические и программные средства реализации информационных технологий, физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, основные законы термодинамики; ОПК-2.2 Умеет проводить анализ функций, решать основные задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и системы дифференциальных уравнений, работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования, использовать физические законы, химические законы, термодинамические справочные данные, результаты физико-химического эксперимента; ОПК-2.3 Владеет навыками использования математического аппарата, навыками поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях, техническими и программными

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

знать:

- основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики;
- математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей;
- основы применения математических моделей и методов.

уметь:

- выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи;
- использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов;
- выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов;
- использовать основные методы статистической обработки данных;
- применять математические знания на междисциплинарном уровне.

владеть:

- основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата;
- методами статистической обработки информации.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Семестр									
	Всего		1		2		3		4	
	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	18	648	5	180	5	180	5	180	3	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	7,56	272	2,66	96	1,78	64	1,78	64	1,34	48
Лекции	3,56	128	1,33	48	0,89	32	0,89	32	0,45	16
Практические занятия (ПЗ)	4	144	1,33	48	0,89	32	0,89	32	0,89	32
Самостоятельная работа	8,44	304	2,34	84	2,22	80	2,22	80	1,66	60
Контактная самостоятельная работа	8,44	0,6	2,34	0,4	2,22	0	2,22	0	1,66	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		303,4		83,6		80		80		59,8
Вид контроля – Зачет с оценкой			+	+						
Вид контроля – Зачет									+	+
Вид контроля – Экзамен	2	72			1	36	1	36		
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,8			1	0,4	1	0,4		
Подготовка к экзамену.		71,2				35,6		35,6		
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Экзамен		Экзамен		Зачет	

Вид учебной работы	Семестр									
	Всего		1		2		3		4	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр.ч.	ЗЕ	Астр.ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	18	486	5	135	5	135	5	135	3	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	7,56	204	2,66	72	1,78	48	1,78	48	1,34	36
Лекции	3,56	96	1,33	36	0,89	24	0,89	24	0,45	12
Практические занятия (ПЗ)	4	108	1,33	36	0,89	24	0,89	24	0,89	24
Самостоятельная работа	8,44	228	2,34	63	2,22	60	2,22	60	1,66	45
Контактная самостоятельная работа	8,44	0,45	2,34	0,3	2,22	0	2,22	0	1,66	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		227,55		62,7		60		60		44,85
Вид контроля – Зачет с оценкой			+	+						
Вид контроля – Зачет									+	+
Вид контроля – Экзамен	2	54			1	27	1	27		
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,6			1	0,3	1	0,3		
Подготовка к экзамену.		53,4				26,7		26,7		
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Экзамен		Экзамен		Зачет	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Разделы дисциплины	Часов			
		Всего	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
1 СЕМЕСТР					
	Введение	1	1		
	Раздел 1. Элементы алгебры	39	9	10	20
1.1	Числовые множества, комплексные числа. Элементы векторной алгебры. Аналитическая геометрия на плоскости.	20	4	6	10
1.2	Матрицы. Теорема Кронекера - Капелли. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Собственные числа и векторы матрицы. Квадратичные формы.	19	5	4	10
	Раздел 2. Функция одной переменной. Предел функции. Непрерывность функции.	20	6	6	8
2.1	Элементарные функции. Предел функции в точке и на бесконечности.	7	2	2	3
2.2	Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Основные теоремы о пределах.	6	2	2	2
2.3	Непрерывность функции в точке и на промежутке.	7	2	2	3
	Раздел 3. Дифференциальное исчисление функции одной переменной.	60	16	16	28
3.1	Производная функции. Уравнения касательной и нормали.	14	4	2	8
3.2	Дифференциал функции. Производная сложной функции.	14	4	4	6
3.3	Основные теоремы дифференциального исчисления. Производные высших порядков.	14	4	4	6
3.4	Монотонность функции. Экстремум функции. Выпуклость, вогнутость и точки перегиба графика функции. Общая схема исследования функций и построение их графиков.	18	4	6	8
	Раздел 4. Интегральное исчисление функции одной переменной.	60	16	16	28
4.1	Первообразная функции. Неопределенный интеграл и его свойства.	20	6	4	10
4.2	Методы интегрирования.	20	4	8	8

4.3	Определенный интеграл, его геометрический смысл. Приложения определенного интеграла.	20	6	4	10
	ИТОГО	180	48	48	84
	Зачет с оценкой				
	ИТОГО	180	48	48	84

2 СЕМЕСТР					
	Раздел 5. Дифференциальное исчисление функции нескольких переменных. Элементы теории поля	48	12	10	26
5.1	Функции двух и более переменных. Предел функции в точке. Частные производные. Дифференцируемость функции.	16	4	3	9
5.2	Дифференциал функции двух переменных, его инвариантность. Дифференцирование функции, заданной неявно.	16	4	3	9
5.3	Производная по направлению. Градиент и его свойства. Экстремумы функции двух переменных.	16	4	4	8
	Раздел 6. Кратные интегралы	48	10	12	26
6.1	Двойной интеграл. Вычисление двойного интеграла в декартовой системе координат.	16	4	4	8
6.2	Вычисление двойного интеграла в полярной системе координат. Интеграл Эйлера - Пуассона. Приложения двойного интеграла.	16	3	4	9
6.3	Тройной интеграл. Вычисление тройного интеграла. Приложения тройного интеграла.	16	3	4	9
	Раздел 7. Криволинейные и поверхностные интегралы.	48	10	10	28
7.1	Криволинейный интеграл по координатам. Приложения криволинейного интеграла.	16	3	4	9
7.2	Формула Грина для вычисления криволинейного интеграла по замкнутому контуру.	16	3	4	9
7.3	Поверхностный интеграл. Теорема Гаусса-Остроградского. Формула Стокса.	16	4	2	10
	ИТОГО	144	32	32	80
	Экзамен	36			
	ИТОГО	180	32	32	80

3 СЕМЕСТР					
------------------	--	--	--	--	--

	Раздел 8. Дифференциальные уравнения первого порядка.	36	8	8	20
8.1	Дифференциальные уравнения. Задача Коши. Дифференциальные уравнения (ДУ) с разделяющимися переменными.	12	3	3	6
8.2	Однородные уравнения I-го порядка. Линейные уравнения I-го порядка. Уравнения Бернулли.	12	3	3	6
8.3	Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.	12	2	2	8
	Раздел 9. Дифференциальные уравнения второго порядка.	36	8	8	20
9.1	Дифференциальные уравнения второго порядка, допускающие понижение порядка. Линейные однородные и неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка (ЛОДУ и ЛНДУ).	9	2	2	5
9.2	Линейная независимость функций. Определитель Вронского и его свойства. Фундаментальная система ЛОДУ второго порядка.	9	2	2	5
9.3	ЛОДУ второго порядка с постоянными коэффициентами. ЛНДУ второго порядка с постоянными коэффициентами.	9	2	2	5
9.4	Линейные дифференциальные уравнения n -го порядка. Алгоритм построения общего решения.	9	2	2	5
	Раздел 10. Системы дифференциальных уравнений.	36	8	8	20
10.1	Системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка, решение методом исключения.	12	3	3	6
10.2	Системы ЛДУ первого порядка. Метод вариации произвольных постоянных, метод Эйлера. Создание математических моделей.	12	3	3	6
10.3	Системы линейных неоднородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.	12	2	2	8
	Раздел 11. Числовые и функциональные ряды.	36	8	8	20
11.1	Числовые ряды. Ряды Дирихле. Знакопередающийся ряд, признак Лейбница.	9	2	2	5
11.2	Функциональные ряды. Степенные ряды, теорема Абеля. Свойства степенных рядов.	9	2	2	5

11.3	Ряды Тейлора и Маклорена. Алгоритм разложения функции в ряд Маклорена.	9	2	2	5
11.4	Разложение функций в ряд Тейлора с помощью основных разложений. Применение степенных рядов.	9	2	2	5
	ИТОГО	144	32	32	80
	Экзамен	36			
	ИТОГО	180	32	32	80

4 СЕМЕСТР					
	Раздел 12. Теория вероятностей. Случайные величины и их законы распределения.	54	8	16	30
12.1.	Случайные события. Виды случайных событий. Алгебра событий. Классическое определение вероятности.	12	2	4	6
12.2	Теоремы сложения и умножения вероятностей. Условная вероятность. Теорема о полной вероятности. Формула Байеса.	12	3	3	6
12.3	Повторные испытания. Формула Бернулли. Локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа. Формула Пуассона.	10	1	3	6
12.4	Дискретная случайная величина: вероятностный ряд, функция распределения. Математическое ожидание, дисперсия и среднее квадратическое отклонение. Биномиальное распределение.	10	1	3	6
12.5	Непрерывная случайная величина: функция плотности вероятностей и функция распределения случайной величины. Равномерный закон распределения, его параметры. Нормальный закон распределения, его параметры.	10	1	3	6
	Раздел 13. Математическая статистика.	54	8	16	30
13.1	Задачи математической статистики. Генеральная и выборочная совокупности. Статистический ряд выборочной совокупности. Интервальный статистический ряд. Полигон частот.	13	1	4	8
13.2	Точечные и интервальные статистические оценки параметров распределения случайной величины.	14	3	4	7
13.3	Проверка статистических гипотез: формулировка основной и конкурирующей гипотезы. Уровень	13	1	4	8

	значимости. Выбор критерия для проверки гипотезы.				
13.4	Элементы теории корреляции. Коэффициент корреляции r_{xy} и корреляционный момент k_{xy} - их оценки по выборочным данным. Уравнения линейной регрессии.	14	3	4	7
	ИТОГО	108	16	32	60

4.2. Содержание разделов дисциплины

1 СЕМЕСТР

Введение. Предмет и методы математики. Описание основных разделов курса. Структура курса и правила рейтинговой системы.

Раздел 1. Элементы алгебры.

- 1.1. Числовые множества, комплексные числа. Определители II и III порядков. Векторы: основные понятия, скалярное, векторное и смешанное произведения векторов. Аналитическая геометрия: прямая на плоскости, кривые II порядка.
- 1.2. Матрицы: действия над матрицами, приведение к ступенчатому виду и виду Гаусса. Ранг матрицы. Обратная матрица. Теорема Кронекера-Капелли. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Собственные числа и векторы. Квадратичные формы.

Раздел 2. Функция одной переменной. Предел функции. Непрерывность функции.

- 2.1. Функция. Способы задания функции. Элементарные функции. Предел функции в точке. Односторонние пределы. Пределы на бесконечности.
- 2.2. Бесконечно малые и бесконечно большие функции, их свойства и взаимосвязь. Основные теоремы о пределах. Первый и второй замечательные пределы.
- 2.3. Непрерывность функции в точке и на промежутке. Свойства функций, непрерывных на отрезках. Точки разрыва функции и их классификация.

Раздел 3. Дифференциальное исчисление функции одной переменной.

- 3.1. Производная функции, ее геометрический и механический смысл. Уравнения касательной и нормали. Правила дифференцирования. Таблица основных производных.
- 3.2. Дифференцируемость функции: определение, теоремы о связи непрерывности и дифференцируемости функции и с существованием производной. Дифференциал функции: определение, свойства. Производная сложной функции.
- 3.3. Основные теоремы дифференциального исчисления: Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталя (раскрытие неопределенностей). Производные высших порядков.
- 3.4. Монотонность функции: определение, необходимые и достаточные условия. Экстремум функции: определение, необходимые и достаточные условия. Выпуклость, вогнутость и точки перегиба графика функции: определения, необходимые и достаточные условия их существования. Общая схема исследования функций, построение их графиков.

Раздел 4. Интегральное исчисление функции одной переменной.

- 4.1. Первообразная функция. Неопределенный интеграл и его свойства. Таблица основных интегралов.

- 4.2. Методы интегрирования: непосредственное интегрирование, метод подстановки, интегрирование по частям, интегрирование рациональных дробей, интегрирование некоторых иррациональных и тригонометрических функций.
- 4.3. Определенный интеграл, его геометрический смысл, его свойства. Теорема о среднем значении. Формула Ньютона-Лейбница. Замена переменной и интегрирование по частям в определенном интеграле. Вычисление площадей плоских фигур и объемов тел вращения с помощью определенного интеграла. Несобственные интегралы: определения, свойства, методы вычисления.

2 СЕМЕСТР

Раздел 5. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.

- 5.1. Функции двух и более переменных: определение, область определения, область существования, геометрическая интерпретация, линии уровня, и поверхности уровня. Предел функции в точке. Частные производные (на примере функции двух переменных). Дифференцируемость функции: определение, связь дифференцируемости с непрерывностью и с существованием частных производных. Достаточные условия дифференцируемости функции. Дифференцируемость сложной функции, полная производная.
- 5.2. Дифференциал функции двух переменных, его инвариантность. Дифференцирование функции одной и двух переменных, заданной неявно. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Теорема о равенстве смешанных производных (для функции двух переменных). Аналитический признак полного дифференциала.
- 5.3. Производная по направлению: определение, формула для ее вычисления. Градиент и его свойства. Экстремумы функции двух переменных: определения, необходимое и достаточное условия существования экстремума. Условный экстремум: определение, методы нахождения точек условного экстремума (прямой метод и метод множителей Лагранжа). Наибольшее и наименьшее значения функции двух переменных в замкнутой области.

Раздел 6. Кратные интегралы.

- 6.1. Двойной интеграл: определение, геометрический смысл, свойства. Теорема о среднем значении двойного интеграла. Вычисление двойного интеграла в декартовой системе координат.
- 6.2. Вычисление двойного интеграла в полярной системе координат. Интеграл Эйлера - Пуассона. Приложения двойного интеграла: вычисление площади плоской области, объема цилиндрического тела, площади поверхности, массы пластинки с заданной плотностью, координат центра тяжести пластинки.
- 6.3. Тройной интеграл: определение, физический и геометрический смысл, свойства, теорема о среднем значении тройного интеграла. Вычисление тройного интеграла в декартовой системе координат, в цилиндрических и сферических координатах. Приложения тройного интеграла: вычисление объема, массы тела с заданной плотностью, координат центра тяжести тела.

Раздел 7. Криволинейные и поверхностные интегралы.

- 7.1. Криволинейный интеграл по координатам: определение, физический смысл, свойства. Вычисление криволинейного интеграла. Формула для вычисления работы при перемещении материальной точки в силовом поле вдоль некоторого пути.
- 7.2. Формула Грина для вычисления криволинейного интеграла по замкнутому контуру. Независимость криволинейного интеграла от пути интегрирования: необходимое и достаточное условие независимости, критерий независимости. Потенциальное поле, потенциальная функция и ее вычисление. Вычисление криволинейного интеграла, не зависящего от пути интегрирования.

- 7.3. Поверхностный интеграл: определение, физический смысл, вычисление в декартовой системе координат. Теорема Гаусса-Остроградского. Формула Стокса.

3 СЕМЕСТР

Раздел 8. Дифференциальные уравнения первого порядка.

- 8.1. Дифференциальные уравнения: определение, порядок, решение, теорема существования и единственности решения. Задача Коши. Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными.
- 8.2. Однородные уравнения первого порядка: определение и метод решения. Линейные уравнения первого порядка: определение и метод решения. Уравнения Бернулли: определение и метод решения.
- 8.3. Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах: определение и метод решения. Интегрирующий множитель: определение, сведение к уравнению в полных дифференциалах с помощью интегрирующего множителя.

Раздел 9. Дифференциальные уравнения второго порядка.

- 9.1. Дифференциальные уравнения второго порядка, допускающие понижение порядка. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка: определение, однородные и неоднородные линейные уравнения. Свойства решений.
- 9.2. Линейная независимость функций. Определитель Вронского и его свойства. Теоремы о структуре общих решений линейных однородных и линейных неоднородных дифференциальных уравнений второго порядка. Фундаментальная система решений линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка.
- 9.3. Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами: метод Эйлера для решения этих уравнений. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами: метод подбора частного решения этого уравнения с правой частью специального вида и метод вариации произвольных постоянных.
- 9.4. Линейные дифференциальные уравнения n -го порядка: свойства решений, теоремы о структуре общего решения. Алгоритм построения общего решения линейного дифференциального уравнения n -го порядка с постоянными коэффициентами.

Раздел 10. Системы дифференциальных уравнений.

- 10.1. Системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка, решение методом исключения.
- 10.2. Системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка, метод вариации произвольных постоянных. Системы линейных однородных уравнений первого порядка с постоянными коэффициентами, метод Эйлера.
- 10.3. Системы линейных неоднородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

Раздел 11. Числовые и функциональные ряды.

- 11.1. Числовые ряды: основные понятия, сходимость ряда. Необходимый признак сходимости ряда. Свойства сходящихся рядов. Достаточные признаки сходимости знакоположительных рядов: интегральный признак Коши; признаки сравнения рядов; признак Даламбера; радикальный признак Коши. Ряды Дирихле. Знакопеременный ряд: определение, признак Лейбница. Абсолютная и условная сходимость знакопеременных рядов.
- 11.2. Функциональные ряды. Степенные ряды: определение, теорема Абеля, интервал сходимости, радиус сходимости. Свойства степенных рядов.

- 11.3. Ряды Тейлора и Маклорена: определение, условия сходимости ряда Тейлора к исходной функции. Лемма $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{x^n}{n!} = 0$ для $\forall x \in R$. Достаточные условия сходимости ряда Тейлора. Алгоритм разложения функции в ряд Маклорена. Основные разложения функций: e^x , $\sin x$, $\cos x$, $\ln(1+x)$, $(1+x)^n$, $\arctg x$, $\arcsin x$ в ряд Маклорена.
- 11.4. Разложение функций в ряд Тейлора с помощью основных разложений. Применение степенных рядов: приближенные вычисления, приближенное решение дифференциальных уравнений.

4 СЕМЕСТР

Раздел 12. Теория вероятностей. Случайные величины и их законы распределения.

- 12.1. Случайные, достоверные и невозможные события. Виды случайных событий: совместные и несовместные, противоположные события. Алгебра событий: сумма, произведение событий. Элементарные события (исходы). Классическое определение вероятности. Свойства вероятности случайного события.
- 12.2. Теоремы вероятностей: сложение вероятностей совместных и несовместных событий; произведения вероятностей зависимых и независимых событий. Условная вероятность. Теорема о полной вероятности. Формулы Байеса.
- 12.3. Повторные испытания. Формула Бернулли. Локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа. Формула Пуассона.
- 12.4. Случайная величина: определение виды случайных величин. Дискретная случайная величина: вероятностный ряд, функция распределения. Математическое ожидание, дисперсия и среднеквадратическое отклонение, и их свойства. Биномиальное распределение, закон Пуассона для дискретной случайной величины.
- 12.5. Непрерывная случайная величина: функция плотности вероятностей и ее свойства, функция распределения этой случайной величины и ее свойства. Связь между этими функциями. Вероятность попадания непрерывной случайной величины на некоторый промежуток. Равномерный закон распределения, его параметры. Нормальный закон распределения, его параметры и формулы.

Раздел 13. Математическая статистика.

- 13.1. Задачи математической статистики. Генеральная и выборочная совокупности. Статистический ряд выборочной совокупности (выборки). Интервальный статистический ряд выборки (при больших объемах выборки). Полигон частот статистического распределения выборки.
- 13.2. Точечные статистические оценки параметров распределения исследуемой случайной величины: среднее арифметическое статистических значений, выборочная дисперсия, исправленная выборочная дисперсия. Основные требования, предъявляемые к точечным оценкам. Интервальные оценки параметров распределения исследуемой случайной величины (в предположении, что она имеет нормальное распределение случайной величины) интервал математического ожидания при известной дисперсии и неизвестной, доверительный интервал для среднеквадратического отклонения.
- 13.3. Проверка статистических гипотез: формулировка основной и конкурирующей гипотезы. Уровень значимости. Выбор критерия для проверки основной гипотезы. Проверка гипотезы о равенстве дисперсии двух генеральных совокупностей по двум выборкам из них. Проверка гипотезы о равенстве двух средних (при известной и неизвестной дисперсии). Проверка гипотезы о нормальном распределении (критерий Пирсона).

- 13.4. Элементы теории корреляции. (X, Y) - система двух случайных величин (двумерная случайная величина). Зависимость между составляющими X и Y – основная задача корреляции. Коэффициент корреляции r_{xy} и корреляционный момент k_{xy} - их оценки по выборочным данным. Проверка гипотезы о существовании корреляционной зависимости между X и Y . Уравнения линейной регрессии Y на X и X на Y в случае наличия корреляционной зависимости.

химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	технические и программные средства реализации информационных технологий, физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, основные законы термодинамики;													
	ОПК-2.2 Умеет проводить анализ функций, решать основные задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и системы дифференциальных уравнений, работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования, использовать физические законы, химические законы, термодинамические справочные данные, результаты физико-химического эксперимента;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	ОПК-2.3 Владеет навыками использования математического аппарата, навыками поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации, проведения физических измерений, корректной оценки погрешностей	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1 семестр			
1.	1.1	Практическое занятие 1 Числовые множества, комплексные числа. Определители II и III порядков.	2
2	1.1	Практическое занятие 2 Векторы: основные понятия, скалярное, векторное и смешанное произведение векторов.	2
3	1.1	Практическое занятие 3 Аналитическая геометрия: прямая на плоскости, кривые II порядка.	2
4	1.2	Практическое занятие 4 Матрицы: действия над матрицами, приведение к ступенчатому виду и виду Гаусса. Ранг матрицы. Обратная матрица. Теорема Кронекера-Капелли.	2
5	1.2	Практическое занятие 5 Решение систем линейных алгебраических уравнений. Собственные числа и векторы. Квадратичные формы.	2
6	2.1 2.2	Практическое занятие 6 Функция: область определения, чётность, нечётность, точки пересечения с осями координат. Элементарные функции, их свойства и графики. Вычисления пределов функций с помощью алгебраических преобразований.	2
7	2.3	Практическое занятие 7 Вычисление пределов с помощью первого и второго замечательных пределов.	2
8		Контрольная работа № 1	2
9	3.1	Практическое занятие 8 Производная: определение, геометрический смысл. Правила дифференцирования. Таблица производных элементарных функций.	2
10	3.2	Практическое занятие 9 Производная сложённой функции.	2
11	3.2	Практическое занятие 10 Производная высшего порядка. Дифференциал функции.	
12	3.3	Практическое занятие 11 Вычисления пределов с помощью правила Лопиталья.	2
13	3.4	Практическое занятие 12 Нахождения асимптот функции. Исследование функции на монотонность и экстремумы.	2
14	3.4	Практическое занятие 13 Исследование функции на выпуклость, вогнутость, точки перегиба.	
15	3.4	Практическое занятие 14 Полное исследование функции и построение её графика.	2
16		Контрольная работа № 2	2
17	4.1	Практическое занятие 15	2

		Таблица основных интегралов. Непосредственное (табличное) интегрирование.	
18	4.1	Практическое занятие 16 Интегрирование методом подведения под знак дифференциала и методом разложения.	2
19	4.2	Практическое занятие 17 Интегрирование заменой. Интегрирование по частям.	2
20	4.2	Практическое занятие 18 Интегрирование рациональных дробей.	2
21	4.2	Практическое занятие 19. Интегрирование некоторых иррациональностей. Интегрирование тригонометрических функций.	2
22	4.3	Практическое занятие 20 Определенный интеграл.	2
23	4.3	Практическое занятие 21 Несобственные интегралы.	2
24		Контрольная работа № 3	2
ИТОГ	48 часов		

2 семестр			
№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1.	5.1	Практическое занятие 1. Повторение: дифференцирование и интегрирование функции одной переменной.	2
2.	5.1	Практическое занятие 2. Частные производные функции 2-х и 3-х переменных. Полный дифференциал функции 2-х переменных.	2
3.	5.2	Практическое занятие 3. Производные сложной функции. Полная производная. Дифференцирование функции, заданной неявно.	2
4.	5.2	Практическое занятие 4. Частные производные и дифференциалы высших порядков.	2
5.	5.3	Практическое занятие 5. Производная по направлению и градиент.	2
6.		Контрольная работа № 1	2
7.	5.3	Практическое занятие 6. Экстремум функции 2-х переменных.	2
8.	5.3	Практическое занятие 7. Условный экстремум.	2
9.	6.1	Практическое занятие 8. Двойной интеграл: переход к повторному интегралу, изменение порядка интегрирования. Примеры.	2
10.	6.1	Практическое занятие 9. Вычислить двойной интеграл в декартовой системе координат.	2
11.	6.2 6.3	Практическое занятие 10. Вычислить двойной интеграл в полярной системе координат. Приложения двойного интеграла.	2
12.		Контрольная работа №2	2
13.	7.1	Практическое занятие 11.	2

		Криволинейный интеграл по координатам (вычисление). Вычисление работы по перемещению материальной точки в силовом поле.	
14.	7.2	Практическое занятие 12. Вычисление криволинейного интеграла по замкнутому контурю с помощью формулы Грина.	2
15	7.3	Практическое занятие 13. Вычисление криволинейного интеграла, независимого от пути интегрирования (с помощью выбора оптимального пути или с помощью потенциальной функции).	2
16		Контрольная работа №3	2
ИТОГ	32 часа		

3 семестр			
№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1.	8.1	Практическое занятие 1. Повторение интегрирования (1 час). Решение дифференциальных уравнений с разделяющимися переменными.	2
2.	8.1 8.2	Практическое занятие 2. Решение однородных дифференциальных уравнений I-го порядка. Решение линейных дифференциальных уравнений Бернулли.	2
3.	8.3	Практическое занятие 3. Уравнения в полных дифференциалах и допускающих интегрирующий множитель вида $\mu(x)$ и $\mu(y)$.	2
4.	8.3	Практическое занятие 4. Решение различных уравнений I-го порядка для подготовки к контрольной работе.	2
5.		Контрольная работа №1	2
6.	9.1	Практическое занятие 5. Решение дифференциальных уравнений II -го порядка, допускающих понижение порядка.	2
7.	9.2	Практическое занятие 6. Решение ЛОДУ II -го порядка с постоянными коэффициентами по методу Эйлера. Решение ЛНДУ II -го порядка с правой частью вида $P_n(x) \cdot e^{ax}$.	2
8.	9.3	Практическое занятие 7. Решение ЛНДУ II -го порядка с правой частью вида $e^{ax} \cdot (A \cos bx + B \sin bx)$.	2
9.	9.4	Практическое занятие 8. Метод вариации произвольных постоянных для ЛНДУ II - го порядка с постоянными коэффициентами.	2
10.	10.1 10.2	Практическое занятие 9. Решение систем линейных дифференциальных уравнений I- го порядка с постоянными коэффициентами. Метод исключения. Метод Эйлера для однородных линейных	2

		систем, далее для неоднородной системы. Метод вариации произвольных постоянных.	
11.		Контрольная работа №2	2
12.	11.1	Практическое занятие 10. Числовые ряды: основные понятия, общий член, частичная сумма, понятие сходимости ряда. Необходимый признак сходимости. Интегральный признак Коши.	2
13.	11.2	Практическое занятие 11. Исследование сходимости по признакам сравнения рядов и признаку Даламбера.	2
14.	11.3	Практическое занятие 12. Исследование сходимости знакочередующихся рядов по признаку Лейбница. Абсолютная и условная сходимость рядов.	2
15.	11.4	Практическое занятие 13. Степенной ряд, нахождение его области сходимости.	2
16.		Контрольная работа №3	2
ИТОГ	32 часа		

4 семестр			
№ п/п	№ Раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1.	12.1	Практическое занятие 1. Решение задач по комбинаторике.	2
2.	12.1	Практическое занятие 2. Действия над событиями. Классическое определение вероятности события, вычисление вероятности случайного события.	2
3.	12.2	Практическое занятие 3. Вычисление вероятностей случайных событий с помощью теорем вероятностей: суммы и произведения событий, противоположных событий.	2
4.	12.2	Практическое занятие 4. Теорема полной вероятности. Формула Байеса.	2
5.	12.3	Практическое занятие 5. Повторные события. Формула Бернулли. Локальная и интегральная формула Лапласа. Формула Пуассона.	2
6.		Контрольная работа № 1	2
7.	12.4	Практическое занятие 6. Дискретная случайная величина: вероятностный ряд, функция распределения вероятностей, числовые характеристики. Биноминальный закон распределения д.с.в. Закон Пуассона.	2
8.	12.5	Практическое занятие 7. Непрерывная случайная величина: функция плотности вероятностей, функция распределения вероятностей, числовые характеристики. Равномерный закон распределения н.с.в.	2
9.	12.5	Практическое занятие 8.	2

		Нормальный закон распределения н.с.в.: нахождение функции $F(x)$ по данной $f(x)$ и наоборот, числовые характеристики, вероятность попадания с.в. в заданный промежуток.	
10.		Контрольная работа № 2	2
11	13.1	Практическое занятие 9. Начальная обработка статистических данных: статистический (вариационный) ряд, эмпирическая функция распределения частот, полигон частот. Интервальный статистический ряд, гистограмма частот.	2
12.	13.2	Практическое занятие 10. Точечные оценки параметров распределения генеральной совокупности, формулы для этих оценок. Метод условных вариантов для упрощения расчета оценок.	2
13.	13.2	Практическое занятие 11. Построения доверительных интервалов для истинного математического ожидания, при известной и неизвестной дисперсии генеральной совокупности и для среднего квадратического отклонения.	2
14	13.3	Практическое занятие 12. Проверка статистических гипотез: а) равенства дисперсий двух нормальных генеральных совокупностей, б) равенства математических ожиданий двух нормальных генеральных совокупностей с известной и неизвестной дисперсией, в) равенства математического ожидания нормальной генеральной совокупности некоторому заданному числу.	2
15	13.4	Практическое занятие 13. Проверка гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности: критерий согласия Пирсона (с расчетом теоретических частот нормального распределения).	2
16		Контрольная работа № 3	2
Итого	32 часов		

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* (1 семестр), *экзамена* (2, 3 семестры) и *зачета* (4 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется

составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка складывается из оценок за выполнение контрольных работ: **3** контрольные работы в **1** семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу **20** баллов); **3** контрольные работы во **2** семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу **20** баллов); **3** контрольные работы в **3** семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу **20** баллов); **3** контрольные работы в **4** семестре (максимальная оценка за первую и вторую контрольные работы по **30** баллов и за **третью** контрольную работу **40** баллов). Максимальная оценка текущей работы в **1, 2 и 3** семестрах составляет **60** баллов и в **4** семестре **100** баллов.

В соответствии с учебным планом изучение материала разделов завершается контролем его освоения в форме **зачета с оценкой** в **1** семестре (максимальная оценка **40** баллов), экзаменов во **2** семестре (максимальная оценка **40** баллов) и в **3** семестре (максимальная оценка **40** баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 12 контрольных работ (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 1-9 (1-3 семестр) составляет 20 баллов за каждую работу, за контрольные работы 10-11 (4 семестр) составляет 30 баллов за каждую работу и за контрольную работу 12 (4 семестр) составляет 40 баллов.

1 СЕМЕСТР

Раздел 1, 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1.

- 1) Решить систему уравнений методом Крамера:
$$\begin{cases} x + 2y + 3z = 5 \\ 2x - y - z = 1 \\ x + 3y + 4z = 6 \end{cases}$$
- 2) С помощью обратной матрицы A^{-1} решить матричное уравнение $AX=B$ и сделать проверку:

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 4 & -6 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$$

Вычислить пределы:

3)
$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{2x^2 - 5x + 3}{\sqrt{x+8} - 3}$$

4)
$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 6x}{1 - \cos 8x}$$

5)
$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{x+5}{x+2} \right)^{3x}$$

Вариант 2.

1) Даны вершины тетраэдра $ABCD$: $A(2; -1; 2)$, $B(1; 2; -1)$, $C(3; 2; 1)$, $D(-4; 2; 5)$. Найти объем тетраэдра и высоту, опущенную из вершины D .

2). Исследовать систему на совместность и найти ее общее решение методом Гаусса:

$$\begin{cases} 3x_1 - x_2 + x_4 = 4 \\ 2x_1 + x_2 - 3x_3 = 7 \\ x_1 - 2x_2 + 3x_3 + x_4 = -3 \\ 5x_1 - 3x_3 + x_4 = 11 \end{cases}$$

Вычислить пределы:

3) $\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{6n^2 + 5n + 4}{3n^2 - 5n + 1}$

4) $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{\sqrt{11-x} - \sqrt{7+x}}{3x^2 - 4x - 4}$

5) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{x+1}{x} \right)^{2-5x}$

Вариант 3.

1) Даны векторы $\vec{a} = (-5; 8; 10)$, $\vec{b} = (-1; 6; 4)$; $\vec{c} = (-3; 4; -12)$. Найти проекцию вектора $\vec{d} = \vec{a} - \vec{b}$ на вектор \vec{c} .

2) С помощью обратной матрицы A^{-1} решить матричное уравнение $XA=B$ и сделать проверку:

$$A = \begin{pmatrix} -2 & 3 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} -4 & 7 \\ -7 & 11 \end{pmatrix}.$$

Вычислить пределы:

3) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{5x^2}{1 - \cos 3x}$

4) $\lim_{x \rightarrow 3} \frac{2x^2 - 3x - 9}{\sqrt{x^2 + 16} - 5}$

5) $\lim_{x \rightarrow 0} (1 + 3x)^{\frac{8}{x}}$

Вариант 4.

1) Дан $\triangle ABC$: $A(28; 2)$; $B(4; -5)$; $C(0; -2)$. Составить уравнения AC , медианы из $t.C$ и найти угол между ними.

2). Исследовать систему на совместность и найти ее общее решение методом Гаусса:

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 - x_3 - 2x_4 = 7 \\ 2x_1 + 3x_2 - x_4 = 5 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 + 4x_4 = -7 \end{cases}$$

Вычислить пределы:

3) $\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{n^3 - 2n + 7}{3n^3 + n^2 - 1}$

4) $\lim_{x \rightarrow 4} \frac{2x^2 - 7x - 4}{\sqrt{9-2x} - \sqrt{5-x}}$

5) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin^3 2x}{5x^3}$

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1

1. Найти $f'(x)$: $f(x) = \ln \frac{x^2 + 1}{3x} - \operatorname{arctg} \sqrt{1-x} + x \cdot 3^{\sin^2 x}$

2. Найти $y'(0)$, $y''(0)$ для $y = (2x^3 + 1) \cdot \cos x$

3. $y = \frac{\sqrt{x} + \operatorname{arctg} x}{\cos x}$; $dy = ?$

4. Вычислить пределы по правилу Лопиталья:

а. $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{\ln(x^2 - 3)}{x^2 - 3x + 2}$

б. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{8^{3x} - 7^x}{\operatorname{arcsin} 3x - 5x^2}$

5. Показать, что функция $y = e^{-x} \sin 3x$ удовлетворяет дифференциальному уравнению $y'' + 2y' + 10y = 0$.

Вариант 2

1. Найти $f'(x)$: $f(x) = \operatorname{tg} 2x \cdot \ln \frac{1}{x} + \frac{\operatorname{arcsin} \sqrt{x}}{x} + 3x^2$

2. Найти $y'(1)$, $y''(1)$ для $y = \frac{\ln x}{x^3}$

3. Тело движется по закону: $x(t) = \frac{2t^3}{3} + \frac{t^2}{2} + 3t$ вдоль оси Ox . Найти скорость и ускорение в момент времени $t = 3$.

4. Вычислить пределы по правилу Лопиталья:

а. $\lim_{x \rightarrow \pi} \frac{\cos 3x - \cos x}{\operatorname{tg}^2 2x}$

б. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{7^{2x} - 5^{3x}}{2x - \operatorname{arctg} 3x}$

5. Составить уравнение касательной к графику функции $y = 5x^2 - 2x + 3$, параллельной прямой $y = 5 - 12x$.

Вариант 3

1. Найти $f'(x)$: $f(x) = \log_2 \frac{\cos x}{x} - 3^{\operatorname{arcsin} \frac{1}{x}} + x \cdot \sin(2x - 3)$

2. Найти $y'(0)$, $y''(0)$ для $y = (4x + 3) \cdot e^{-x}$

3. $y = \frac{3}{\sqrt{2x}} - 3 \operatorname{arctg} 4x$
 $y = \frac{3}{\sqrt{2x} \ln(3x + 2)}$; $dy = ?$

4. Вычислить пределы по правилу Лопиталья:

$$a. \lim_{x \rightarrow 2} \frac{\operatorname{arctg}(x^2 - 2x)}{\sin(3\pi x)}$$

$$б. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 10x}{e^{x^2} - 1}$$

5. Показать, что функция $y = 3e^{2x} \cdot \cos 5x$ удовлетворяет дифференциальному уравнению $y'' - 4y' + 29y = 0$.

Вариант 4

1. Найти $f'(x)$: $f(x) = x \cdot \ln\left(\operatorname{tg} \frac{x}{2}\right) - 3^{\cos \frac{\pi x}{2}} + \sqrt{\frac{x-1}{x+1}}$

2. Найти $y'(0)$, $y''(0)$ для $y = e^x \cdot \sin 2x$

3. Точка движется по прямой по закону: $S(t) = 5t^2 - 10t + 1$. Определить скорость и ускорение точки в момент времени $t = 2$.

4. Вычислить пределы по правилу Лопиталя:

$$a. \lim_{x \rightarrow 3} \frac{2^{\sin \pi x} - 1}{\ln(x^3 - 6x - 8)}$$

$$б. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{4^x - 2^{7x}}{\operatorname{tg} 3x - x}$$

5. В каких точках касательная к графику функции $y = x^3 - 12x^2 + 36x - 1$ параллельна оси Ox .

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1.

1. Найти интервалы возрастания, убывания и экстремумы функции $y = (2x + 1)e^{\frac{-x^2}{3}}$.

Вычислить интегралы:

2. $\int (3-x) \sin \frac{x}{2} dx$;

3. $\int \cos^3 3x \cdot \sin^7 3x dx$;

4. $\int \frac{3x^2 + x - 6}{x^3 + 2x^2} dx$;

5. $\int_{-1}^7 \frac{5-2x}{\sqrt{x+2}} dx$.

Вариант 2.

1. Найти интервалы возрастания, убывания и экстремумы функции $y = \frac{x^2 - 6x + 13}{x - 3}$.

Вычислить интегралы:

2. $\int (3x - 4) \cos 6x dx$;

3. $\int \cos^3 \frac{x}{2} \cdot \sin^6 \frac{x}{2} dx$

4. $\int \frac{x^2 - 3x - 7}{(x-2)(x^2+5)} dx$.

5. $\int_{-1}^2 \frac{2x+1}{\sqrt{x+2}} dx$

Вариант 3.

1. Найти промежутки выпуклости, вогнутости и точки перегиба графика функции $y = \frac{x}{x^2 + 1}$.

Вычислить интегралы:

2. $\int (8x^3 - 6x^2 + x) \ln x dx;$

3. $\int \operatorname{ctg}^2 5x dx;$

4. $\int \frac{5x^2 - 2x + 1}{(3x + 1)(x^2 + 1)} dx.$

5. $\int_0^3 \frac{dx}{2 + \sqrt{x+1}}.$

Вариант 4.

1. Найти асимптоты графика функции $y = \frac{x^3 - 3x}{x^2 - 1}$.

Вычислить интегралы:

2. $\int (2x + 1)e^{4x} dx;$

3. $\int \cos^4 2x \cdot \sin^5 2x dx;$

4. $\int \frac{2x^2 + 3x - 12}{x^3 - 4x^2} dx.$

5. $\int_4^9 \frac{\sqrt{x}}{1 - \sqrt{x}} dx$

2 СЕМЕСТР

Раздел 5. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1.

1. Найти dz если $z = \frac{\operatorname{tg}^3 3x}{\sqrt{y}}$

2. Найти $\frac{dz}{dx}$ если $z = \ln(e^x - e^y)$, где $y = \operatorname{ctg} 5x$.

3. Найти производную функции $u = \operatorname{arctg} \frac{xy}{z}$ в точке $M(1;2;2)$ в направлении идущем из точки M в точку $N(2;3;-3)$

4. Найти $g\vec{rad}u$ в точке $M(1;0;-3)$ его длину и направление, если $u = \ln(x^2 + y^2) + xyz$

5. Найти экстремумы функции $z = -3x + xy - x^2 + 3y - y^2 + 1$

Вариант 2.

1. Найти du в точке $M(2;-1;2)$ если $u = \operatorname{arctg} \frac{y}{x} + zx$

2. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}$ и $\frac{\partial z}{\partial v}$ если $z = x^2 \ln y$, где $x = \frac{u}{v}$, $y = 3u - 2v$.

3. Найти производную функции $u = \frac{\cos^2 y}{5x - 2z}$ в точке $M(1; \frac{\pi}{4}; 2)$ в направлении составляющем равные острые углы с осями координат.
4. Найти величину наибольшей скорости изменения функции $u = x^2 + 2y^2 + 3z^2 - 3x - 2y - 6z$ в точке $M(1; 1; 1)$.
5. Найти экстремумы функции $z = 6x - 4y - x^2 - y^2 + 10$

Вариант 3.

1. Найти dz если $z = \operatorname{arctg} \sqrt{x^y}$.
2. Найти $\frac{dz}{dx}$ если $z = \operatorname{tg} \frac{\sqrt{2y}}{x}$, где $y = 5^{-x}$.
3. Найти производную функции $u = \frac{3z}{x^2 + y^2 + z^2}$ в точке $M(1; -1; 1)$ в направлении вектора $2\vec{i} + \vec{j} - 2\vec{k}$.
4. Найти $\operatorname{grad} u$ в точке $M(1; 1; -2)$ его длину и направление, если $u = \ln(2x + y) + x^3 y z^2$.
5. Найти экстремумы функции $z = x^2 + xy + y^2 - 6x - 9y$.

Вариант 4.

1. Найти dz если $z = \ln(y + \sqrt{x^2 + y})$.
2. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}$ и $\frac{\partial z}{\partial v}$ если $z = \sin^2(2x + 3y)$, где $x = \frac{u+1}{v}$, $y = u \cos v$.
3. Найти производную функции $u = e^{3x - \sin \pi y}$ в точке $M(-1; 0)$ в направлении идущем из точки M в точку $N(3; 4)$.
4. Найти $\operatorname{grad} u$ в точке $M(2; 2; 1)$ его длину и направление, если $u = \ln(x^2 + y^2 - z^2 + 1)$.
5. Найти экстремумы функции $z = 4x - 4y - x^2 - y^2$.

Раздел 6. Примеры вопросов к контрольной работе № 5. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1

Изменить порядок интегрирования:

1. $\int_{-1}^1 dx \int_{-\sqrt{1-x^2}}^{1-x^2} f(x; y) dy$.
2. $\int_1^e dy \int_{\ln y}^{e+1-y} f(x, y) dx$

Вычислить:

3. $\iint_D (2x - y) dx dy, \quad D: \quad y = x^2; y = x; x = 2.$

4. $\iint_D \left(1 + \frac{y^2}{x^2}\right) dx dy, \quad D: \quad x^2 + y^2 \geq \pi; x^2 + y^2 \leq 4\pi; y \geq 0; y \leq x.$

5. Найти площадь области, ограниченной линиями: $x + y^2 = 1; \quad y + 2x + 1 = 0.$

Вариант 2

Изменить порядок интегрирования:

1. $\int_{-1}^1 dy \int_{y^2-1}^{1-y^2} f(x; y) dx.$

2. $\int_0^1 dx \int_{2x}^{\sqrt{5-x^2}} f(x, y) dy$

Вычислить:

3. $\iint_D (x - y) dx dy, \quad D: \quad y = 2 - x^2; y = 2x - 1; x \geq 0.$

4. $\iint_D \frac{dx dy}{x^2 + y^2 + 1}, \quad D: \quad x^2 + y^2 \leq 1; x \geq 0.$

5. Найти площадь области, ограниченной линиями: $x + y = 1; \quad x - 1 = 0; \quad y = e^x.$

Вариант 3

Изменить порядок интегрирования:

1. $\int_0^1 dx \int_x^{2-x^2} f(x; y) dy.$

2. $\int_0^3 dy \int_4^{\sqrt{25-y^2}} f(x, y) dx$

Вычислить:

3. $\iint_D (x + 2y) dx dy, \quad D: \quad y = x; 2y = x; x = 2.$

4. $\iint_D (x^2 + y^2) dx dy, \quad D: \quad x^2 + y^2 \leq 2x.$

5. Найти площадь области, ограниченной линиями: $y^2 = 1 + x; \quad y - x + 1 = 0.$

Вариант 4

Изменить порядок интегрирования:

1. $\int_0^2 dy \int_{2-y}^{4-y^2} f(x; y) dx$

2. $\int_0^1 dx \int_{-\sqrt{2x-x^2}}^{\sqrt{2x}} f(x, y) dy$

Вычислить:

3. $\iint_D (x+y) dx dy$, $D: y = x; y + x = 4; x = 0$.
4. $\iint_D \sqrt{x^2 + y^2} dx dy$, $D: x^2 + y^2 \geq 1; x^2 + y^2 \leq 4$.
5. Найти площадь области, ограниченной линиями: $y = 2 - x^2$; $y = x$; $x \geq 0$.

Раздел 7. Примеры вопросов к контрольной работе № 6. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1

1. Вычислить: $\int_l (x^2 - y^2) dx + xy dy$, если l : прямая АВ, А(1;1), В(3;4)
2. Вычислить по формуле Грина: $\oint_C xy dx + y^2 dy$, если $C: x^2 + y^2 = 4$
3. Вычислить: $\iint_D (x - y) dx dy$, если $D: x + y = 2; y = x; y = 0$
4. Вычислить по формуле Грина: $\oint_C x^2 y dx - xy^2 dy$, если $C: x^2 + y^2 = 1$
5. Вычислить: $\int_{(0;0)}^{(2;2)} (y^2 + 2xy) dx + (2xy + x^2) dy$

Вариант 2

1. Вычислить: $\int_l 2xy dx - x^2 dy$, если $l: x = 2y^2$ от точки О(0;0) до точки А(2;1)
2. Вычислить по формуле Грина: $\oint_C 2xy dy - y^2 dx$, если $C: x^2 + y^2 = R^2$
3. Вычислить: $\int_l \frac{dx}{y^2} + x^2 dy$, если $l: y = \frac{1}{x}$ от точки А(1;1) до точки В(4;1/4)..
4. Вычислить по формуле Грина: $\oint_C x^3 dx + xy dy$, если $C: x^2 + y^2 = R^2$
5. Вычислить: $\int_{(1;2)}^{(3;4)} \frac{y}{x} dx + (y + \ln x) dy$

Вариант 3

1. Вычислить: $\int_l x^2 dx + \frac{dy}{y^2}$, $l: y = \frac{1}{x}$ от точки А(1;1) до точки В(5;1/5)
2. Вычислить по формуле Грина: $\oint_C (x + 2y^3) dx + (3y^2 - y) dy$, если $C: x^2 + y^2 = 1$
3. Вычислить: $\int_l \cos^3 x dx + y dy$, если $l: y = \sin x$ от точки А(0;0) до точки В $\left(\frac{\pi}{2}; 1\right)$.

4. Вычислить по формуле Грина: $\iint_C (x + 2x^2)dx - (3x^3 + y)dy$, если $C: x^2 + y^2 = 4$

5. Вычислить: $\int_{(2;3)}^{(3;4)} (6xy^2 + 2x^3)dx + (6x^2y + 3y^2)dy$

3 СЕМЕСТР

Раздел 8. Примеры вопросов к контрольной работе № 7. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант № 1

- 1) $(\sqrt{xy} - x)dy + ydx = 0, y(1) = 1$
- 2) $y' - y \operatorname{tg} x = \frac{1}{\cos^3 x}$
- 3) $(e^x \sin y + x)dx + (e^x \cos y + y)dy = 0$
- 4) $2x + 2xy^2 + \sqrt{2 - x^2} y' = 0$
- 5) $(1 - x^2 y)dx + x^2(y - x)dy = 0$

Вариант № 3

- 1) $xy' - y + \sqrt{x^2 + y^2} = 0, y(1) = 0$
- 2) $xy' + y - e^x = 0$
- 3) $\frac{3x^2}{\sqrt{y}} dx + \left(\ln y - \frac{x^3}{2\sqrt{y^3}} \right) dy = 0$
- 4) $(1 + e^x)yy' = e^x$
- 5) $(x^2 \cos x - y)dx + xdy = 0$

Вариант № 2

- 1) $y' = \frac{xe^x + y}{x}, y(1) = 0$
- 2) $y' - y \operatorname{tg} x = \frac{1}{\cos x}$
- 3) $\frac{y}{x} dx + (y^3 + \ln x)dy = 0$
- 4) $2xdx - ydy = yx^2 dy - xy^2 dx$
- 5) $(2e^x + y^4)dy - ye^x dx = 0$

Вариант № 4

- 1) $y' = \frac{x + y}{x - y}, y(1) = 0$
- 2) $xy'(x - 1) + y = x^2(2x - 1)$
- 3) $(x \cos 2y + 1)dx - x^2 \sin 2y dy = 0$
- 4) $3(x^2 y + y)dy + \sqrt{2 + y^2} dx = 0$
- 5) $(y + \ln x)dx - xdy = 0$

Раздел 9, 10. Примеры вопросов к контрольной работе № 8. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант № 1

1. $4y^3 y'' = y^4 - 1; y(0) = \sqrt{2}; y'(0) = \frac{1}{2\sqrt{2}}$.
2. $y'' x \ln x = y'$
3. $y'' - 4y' + 4y = -e^{2x} \sin 6x$
4. $y'' - 2y' + y = e^x \ln x$

$$5. \begin{cases} x' = x - 3y, \\ y' = 3x + y. \end{cases}$$

Вариант № 2

$$1. y'' + 2 \sin y \cos^3 y = 0; y(0) = 0; y'(0) = 1$$

$$2. y'' - y' = 2x + 3;$$

$$3. y'' - 2y' + 2y = (6x - 11)e^{-x}$$

$$4. y'' + 4y = \frac{1}{\cos 2x}$$

$$5. \begin{cases} x' + x - 8y = 0, \\ y' - x - y = 0. \end{cases}$$

Вариант № 3

$$1. y'' \cdot y^3 + 49 = 0, y(3) = -7; y'(3) = -1.$$

$$2. y'' \cdot \operatorname{ctg} 2x + 2y' = 0$$

$$3. y'' + 2y' = 6e^x (\sin x + \cos x);$$

$$4. y'' - 2y' + y = 3e^x \sqrt{x-1}.$$

$$5. \begin{cases} x' = -7x + y, \\ y' = -5y - 2x. \end{cases}$$

Вариант № 4

$$1. y'' + 8 \sin y \cdot \cos^3 y = 0, y(0) = 0; y'(0) = 2.$$

$$2. y'' + \frac{2x}{x^2 + 1} y' = 2x$$

$$3. y'' + 3y' + 2y = (1 - 2x)e^{-x}$$

$$4. y'' + 16y = \operatorname{ctg} 4x$$

$$5. \begin{cases} x' = 2y - 3x, \\ y' = y - 2x. \end{cases}$$

Раздел 11. Примеры вопросов к контрольной работе № 9. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1.

Исследовать ряды на сходимость

$$1. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt[4]{n^3}}{\sqrt{n^3 + 3}}.$$

$$2. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(3n+2) \cdot \ln^2(3n+2)}.$$

Исследовать на абсолютную и условную сходимость

3.
$$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{n}{(n+1)(n+2)(n+3)}.$$

4.
$$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{2n+1}{n^2+1}.$$

5. Найти область сходимости степенного ряда:
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-7)^{2n}}{4^n \cdot \sqrt{n(n+1)}}$$

Вариант 2.

Исследовать ряды на сходимость

1.
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{4n-3}{\sqrt{2n^3+1}}.$$

2.
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{10n+1}{(3n+2)!}.$$

Исследовать на абсолютную и условную сходимость

3.
$$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{2n+1}{2^n}.$$

4.
$$\sum_{n=2}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{2}{n \ln n}.$$

5. Найти область сходимости степенного ряда
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+5)^n}{(n+1) \cdot \ln(n+1)}$$

Вариант 3.

Исследовать ряды на сходимость

1.
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{4n+7}{3n^3+n}.$$

2.
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(8n-3) \cdot \sqrt{\ln(8n-3)}}.$$

Исследовать на абсолютную и условную сходимость

3.
$$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{3n+2}{5^n}.$$

4.
$$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{5n+1}{\sqrt{4n^3+7}}.$$

5. Найти область сходимости степенного ряда
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n (x-3)^n}{5^n \cdot (n+1)}$$

Вариант 4.

Исследовать ряды на сходимость

1.
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{4^{n-1}}{5n-2}$$

2.
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{\operatorname{arctg}(3n+2)}}{1+(3n+2)^2}$$

Исследовать на абсолютную и условную сходимость

3.
$$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{7n+3}{n(9n+2)}$$

4.
$$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{1}{\ln(n+1)}$$

5. Найти область сходимости степенного ряда
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+2)^n}{(4n+1) \cdot 4^n}$$

4 СЕМЕСТР

Раздел 12. Примеры вопросов к контрольной работе № 10. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 6 баллов за вопрос.

Вариант 1

- 1) Сколько четырехзначных чисел, делящихся на 5, можно составить из цифр $\{0,1,4,5,9\}$, если каждое число не должно содержать одинаковых цифр?
- 2) В цехе работают 6 мужчин и 4 женщины. По табельным номерам наудачу отобрали 7 человек. Найти вероятность того, что среди отобранных лиц окажутся 3 женщины.
- 3) Три стрелка стреляют по одной мишени. Первый попадает с вероятностью $p_1 = 0,8$, второй – $p_2 = 0,7$, третий – $p_3 = 0,6$. Найти вероятность того, что при одном залпе в мишень попадет хотя бы один стрелок.
- 4) В первой коробке находится 20 батареек для фонарика, из них 18 годных к употреблению. Во второй коробке – 10 батареек, из них – 9 годных. Из второй коробки наудачу взяли 2 батарейки и переложили в первую. Найти вероятность того, что батарейка, наудачу извлеченная из первой коробки, будет годной.
- 5) Вероятность попадания мячом в корзину для данного баскетболиста равна 0,8. Игрок делает три броска. Какова вероятность того, что все три раза он попал?

Вариант 2

- 1) Игральная кость подбрасывается один раз. Найти вероятность того, что число выпавших очков кратно трем.
- 2) Из водоема, в котором находится 10 рыб, вылавливают 6 рыб, помечают и выпускают их обратно. Найти вероятность того, что второй улов того же объема содержит 4 меченые рыбы.
- 3) В урне 12 шаров, из которых 7 белых. Наудачу вытаскивается один шар, а затем возвращается обратно в урну. Найти вероятность хотя бы одного извлечения белого шара, если шар извлекали дважды.
- 4) В пирамиде установлены 15 винтовок, 10 из них снабжены оптическим прицелом. При стрельбе из винтовки с оптическим прицелом вероятность поражения мишени – 0,9, а при

стрельбе из обычной винтовки – 0,7. Какова вероятность того, что стрелок поразил мишень из наудачу взятой винтовки? Найти также вероятность того, что мишень поражена из винтовки с оптическим прицелом.

5) Вероятность появления события в каждом из 3000 независимых испытаний равна 0,75. Найти вероятность того, что событие появится не менее 1480 раз.

Раздел 12. Примеры вопросов к контрольной работе № 11. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 6 баллов за вопрос.

Вариант 1

1) Случайная величина ξ имеет ряд распределения:

ξ	-4	-2	0	1	2
p	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1

Найти математическое ожидание $M[\xi]$, дисперсию $D[\xi]$, функцию распределения $F(x)$.

2) В ящике 7 белых шаров и 3 черных. Наудачу берут 2 шара. Случайная величина ξ – число черных шаров среди взятых. Построить вероятностный ряд для ξ . Найти ее $M[\xi]$ и $D[\xi]$.

3) Плотность распределения вероятностей случайной величины ξ имеет вид:

$$f(x) = \begin{cases} 2(x - 1), & x \in [1; 2] \\ 0, & x \notin [1; 2] \end{cases}$$

Найти: функцию распределения вероятностей $F(x)$ и ее график, $M[\xi]$, $D[\xi]$, $P(1,5 < \xi < 3)$.

4) Случайная величина ξ распределена равномерно на $[1; 7]$. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M[\xi]$ и $D[\xi]$. Вычислить $P(0 \leq \xi \leq 4)$.

5) Случайная величина ξ распределена нормально с математическим ожиданием $M[\xi] = 0$ и дисперсией $D[\xi] = 3$. Написать функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(-1 \leq \xi \leq 3)$.

Вариант 2

1) Случайная величина ξ имеет ряд распределения:

ξ	1	3	4	6	7
p	0,1	0,1	0,3	0,4	0,1

Найти математическое ожидание $M[\xi]$, дисперсию $D[\xi]$, функцию распределения $F(x)$

2) В ящике 6 белых шаров и 4 черных. Наудачу берут 2 шара. Случайная величина ξ – число черных шаров среди взятых. Построить вероятностный ряд для ξ . Найти ее $M[\xi]$ и $D[\xi]$.

3) Плотность распределения вероятностей случайной величины ξ имеет вид:

$$f(x) = \begin{cases} 2 - \frac{x}{2}, & x \in [2; 4] \\ 0, & x \notin [2; 4] \end{cases}$$

Найти: функцию распределения вероятностей $F(x)$ и ее график, $M[\xi]$, $D[\xi]$, $P(3 < \xi < 5)$.

4) Случайная величина ξ распределена нормально с математическим ожиданием $M[\xi] = 0$

и дисперсией $D[\xi] = 4$. Написать функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(-2 \leq \xi \leq 4)$

5) Случайная величина ξ распределена равномерно на $[2; 10]$. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M[\xi]$ и $D[\xi]$. Вычислить $P(1 \leq \xi \leq 5)$.

Раздел 13. Примеры вопросов к контрольной работе № 12. Контрольная работа содержит 4 вопроса по 10 баллов за вопрос.

Вариант 1

1. По заданной выборке

45	46	58	59	47	55	58	46	45
38	40	41	62	43	61	40	42	50
58	41	51	44	47	47	47		

- 1) составить вариационный ряд;
- 2) вычислить относительные частоты;
- 3) построить полигон относительных частот;
- 4) составить эмпирическую функцию распределения;
- 5) построить график эмпирической функции распределения;
- 6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_e, D_e, \sigma = \sqrt{D_e}, S^2, S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

1,0	1,1	1,3	0,9	1,2	1,1	0,8	1,0	1,2
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

- 1) составить вариационный ряд;
- 2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0,95$ для
 - а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
 - б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
 - в) среднеквадратичного отклонения.

3. По двум независимым выборкам, объемы которых $n = 12$ и $m = 16$, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y с неизвестными дисперсиями, найдены исправленные дисперсии: $s_x^2 = 9,52$ и $s_y^2 = 4,1$. При уровне значимости $0,05$ проверить гипотезу $H_0 : D[X] = D[Y]$ при конкурирующей гипотезе $H_1 : D[X] > D[Y]$.

4. Средняя производительность машины составляет 200 единиц/час, с $\sigma = \sqrt{D[\xi]}\sigma = 20$ единиц/час. Предложено усовершенствование машины. Произведено 9 опытов на усовершенствованных образцах, средняя производительность составила 215 единиц/час. С уровнем значимости $\alpha = 0,01$ проверьте, значимо ли повышение производительности.

Вариант 2

1. По заданной выборке

7	4	9	13	9	9	13	9	11
11	11	5	12	9	10	15	14	10
10	12	8	10	11	10	4		

- 1) составить вариационный ряд;
- 2) вычислить относительные частоты;
- 3) построить полигон относительных частот;

- 4) составить эмпирическую функцию распределения;
- 5) построить график эмпирической функции распределения;
- 6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_e, D_e, \sigma = \sqrt{D_e}, S^2, S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

2,0 2,1 2,5 1,9 2,3 2,4 2,2 2,3

- 1) составить вариационный ряд;
- 2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0,95$ для
 - а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
 - б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
 - в) среднеквадратичного отклонения.

3. Автомат, работающий со стандартным отклонением $\sigma = 1$ г, фасует чай в пачки со средним весом $a = 100$ г. В случайной выборке объемом $n = 25$ пачек средний вес $\bar{X} = 101,5$ г. Надо ли отрегулировать автомат? Доверительная вероятность $\gamma = 0,95$.

4. Средняя производительность машины составляет 200 единиц/час, с $\sigma = \sqrt{D[\xi]} = 18$ единиц/час. Предложено усовершенствование машины. Произведено 10 опытов на усовершенствованных образцах, средняя производительность составила 200 единиц/час. С уровнем значимости $\alpha = 0,01$ проверьте, значимо ли повышение производительности.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

(1 семестр – зачет с оценкой, 2 семестр – экзамен, 3 семестр – экзамен, 4 семестр - зачет)

8.2.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – зачет с оценкой)

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины и содержит 8 вопросов. 1 вопрос – 5 баллов, 2 вопрос – 5 баллов, 3 вопрос – 5 баллов, 4 вопрос – 5 баллов, 5 вопрос – 5 баллов, 6 вопрос – 5 баллов, 7 вопрос – 5 баллов, 8 вопрос – 5 баллов

1. Векторы: координаты, проекция вектора на ось, направляющие косинусы.
2. Линейные операции над векторами.
3. Скалярное и Векторное произведение двух векторов, их свойства.
4. Смешанное произведение трех векторов и его свойства.
5. Прямая на плоскости. Различные виды уравнения прямой на плоскости.
6. Кривые второго порядка.
7. Уравнение плоскости.
8. Уравнение прямой в пространстве.
9. Комплексные числа, действия с комплексными числами.
10. Многочлены. Основная теорема алгебры. Разложение многочлена на множители.
11. Рациональные дроби. Разложение рациональных дробей на сумму простейших дробей.
12. Матрицы, операции над матрицами.
13. Элементарные преобразования строк матрицы.
14. Приведение матрицы к ступенчатому виду и виду Гаусса.
15. Ранг матрицы. Ранг системы векторов.

16. Определитель квадратной матрицы, его свойства, методы вычисления.
17. Обратная матрица: свойства, способы построения.
18. Совместность и определенность системы линейных алгебраических уравнений. Теорема Кронекера-Капелли.
19. Решение систем линейных алгебраических уравнений с помощью обратной матрицы.
20. Решение систем линейных алгебраических уравнений с помощью правила Крамера.
21. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.
22. Линейная однородная система алгебраических уравнений, ее фундаментальная система решений. Связь решений линейных однородных и неоднородных систем.
23. Собственные значения, собственные векторы матрицы.
24. Присоединенные векторы матрицы.
25. Последовательность. Предел числовой последовательности. Функция. Способы задания функции.
26. Предел функции в точке. Односторонние пределы. Предел функции на бесконечности.
27. Непрерывность функции. Точки разрыва функции и их классификация.
28. Производная функции: определение, геометрический смысл.
29. Правила вычисления производной.
30. Производная сложной функции.
31. Производные высших порядков.
32. Дифференцируемость функции. Теоремы о связи дифференцируемости с непрерывностью и с существованием производной.
33. Дифференциал функции и его геометрический смысл. Инвариантность формы первого дифференциала.
34. Раскрытие неопределенностей (правило Лопиталя).
35. Исследование функции: область определения, четность (нечетность), точки пересечения с координатными осями, промежутки знакопостоянства, непрерывность, точки разрыва.
36. Асимптоты графика функции.
37. Достаточные условия монотонности функции.
38. Достаточные условия экстремумов функции.
39. Достаточные условия выпуклости, вогнутости, точки перегиба графика функции.
40. Общая схема исследования функции и построение графика.
41. Первообразная. Неопределенный интеграл. Теорема об общем виде первообразных.
42. Основные свойства неопределенного интеграла.
43. Таблица основных интегралов.
44. Методы интегрирования: табличный, разложения.
45. Интегрирование подведением под знак дифференциала.
46. Интегрирование с помощью замены переменной.
47. Определенный интеграл: определение, свойства.
48. Формула Ньютона - Лейбница.
49. Вычисление определенного интеграла с помощью замены переменной.
50. Некоторые приложения определенного интеграла.
51. Интегралы с бесконечными пределами: определения, свойства.

8.2.2. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – экзамен)

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 5-7 рабочей программы дисциплины и содержит 8 вопросов. 1 вопрос – 5 баллов, 2 вопрос – 5 баллов, 3 вопрос – 5 баллов, 4 вопрос – 5 баллов, 5 вопрос – 5 баллов, 6 вопрос – 5 баллов, 7 вопрос – 5 баллов, 8 вопрос – 5 баллов

1. Функции нескольких переменных: область определения, линии уровня, геометрическая интерпретация.
2. Предел функции в точке, частные производные первого и второго порядков функции нескольких переменных.
3. Частные производные первого порядка.
4. Частные производные второго порядка.
5. Полный дифференциал (для функции двух переменных).
6. Производная сложной функции.
7. Производная функции по направлению.
8. Градиент функции и его свойства.
9. Экстремумы функции двух переменных: необходимое и достаточное условия экстремума.
10. Условный экстремум (метод множителей Лагранжа).
11. Наибольшее и наименьшее значения функции в замкнутой области.

8.2.3. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – экзамен)

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 8-11 рабочей программы дисциплины и содержит 8 вопросов. 1 вопрос – 5 баллов, 2 вопрос – 5 баллов, 3 вопрос – 5 баллов, 4 вопрос – 5 баллов, 5 вопрос – 5 баллов, 6 вопрос – 5 баллов, 7 вопрос – 5 баллов, 8 вопрос – 5 баллов

1. Дифференциальные уравнения: определения, порядок, решение, общее решение.
2. Примеры задач, приводящих к дифференциальным уравнениям.
3. Дифференциальные уравнения первого порядка с разделяющимися переменными.
4. Однородные дифференциальные уравнения первого порядка.
5. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка.
6. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка с переменными коэффициентами: свойства решений, структура общего решения.
7. Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами (метод Эйлера).
8. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами (метод вариации).
9. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Метод подбора в случае правой части вида квазимногочлена.
10. Основные уравнения математической физики.
11. Числовые ряды: основные понятия, свойства сходящихся рядов.
12. Необходимый признак сходимости.

13. Гармонический ряд. Ряды Дирихле.
14. Признаки сравнения рядов с положительными членами.
15. Признак Даламбера.
16. Интегральный и радикальный признаки Коши.
17. Знакопередающиеся ряды: признак Лейбница.
18. Знакопеременные ряды: абсолютная и условная сходимости.
19. Признак абсолютной сходимости.
20. Свойства абсолютно и условно сходящихся рядов.
21. Степенные ряды: радиус, интервал, область сходимости.
22. Свойства степенных рядов.
23. Ряды Тейлора и Маклорена: свойства, основные разложения.
24. Разложение функции в ряд Маклорена с помощью основных разложений.
25. Ряды Фурье: определение, свойства.
26. Разложение периодической функции в ряд Фурье.
27. Разложение непериодической функции в ряд Фурье.

8.2.4. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (4 семестр – зачет)

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

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

8.3. Структура и примеры билетов для экзамена

1 СЕМЕСТР

Зачет с оценкой по дисциплине «Математика» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 8 вопросов, относящихся к указанным разделам

<p>«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики</p> <p style="text-align: right;">_____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.</p>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
	Математика
БИЛЕТ № 1	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Теорема о свойствах интеграла с переменным верхним пределом. 2. Свойства пределов, связанные с неравенствами. 3. Вычислить $\lim_{x \rightarrow 0} (1-x)^{7/x}$ 4. $y = \operatorname{arccotg} \ln x \cdot \operatorname{ctg} 5^x$, $y' - ?$ 5. Найти интервалы возрастания и убывания функции $y = 2x^3 - 21x^2 - 48x + 8$ 	

6. Найти $\int \frac{(x+2)dx}{(x-1)(x+8)}$
7. Вычислить $\int_{-2}^0 (x^2+2)e^{x/2} dx$
8. Вычислить $\int_{\pi}^{2\pi} \frac{1-\cos x}{(x-\sin x)^2} dx$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
	Математика

БИЛЕТ № 2	
1. Необходимое и достаточное условие существования асимптот функции (с док.).	
2. Приложение определенных интегралов.	
3. Вычислить: $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\operatorname{tg} x}{2x}$	
4. $y = \log_3(5x^2 - 3)$, $y' - ?$	
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y = 3x^3 - 5x^2 + 2$	
6. Найти: $\int \frac{x}{x^2+9} dx$	
7. Найти: $\int \operatorname{ctg} x dx$	
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями: $S - ?$, $y = x^3$, $x = 1$, $y = 0$	

2 СЕМЕСТР

Экзамен по дисциплине «Математика» проводится во 2 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 5-7 рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 8 вопросов, относящихся к указанным разделам.

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
	Математика

БИЛЕТ № 1	
1. Теорема о производной сложной функции нескольких переменных (с док-вом).	

2. Формула для вычисления площади области D : $a \leq x \leq b, y_1(x) \leq y \leq y_2(x)$
3. Найти $\frac{\partial z(A)}{\partial l}$, если $z = (2x - 1)y^2 + \frac{y}{x}$, $\vec{l} = (3; 4)$, $A(1; 2)$
4. Найти $\overline{\text{grad}z}(M)$, если $z = y^3 \sin 2x$, $M\left(\frac{\pi}{4}; 2\right)$
5. Изменить порядок интегрирования: $\int_{-1}^0 dx \int_{-2x}^2 f(x; y) dy$
6. Вычислить интеграл: $\iint_D (2 - x) dx dy$, $D: y + x = 2, y = x, x = 2$.
7. Вычислить работу силы $\vec{F} = (2y - x)\vec{i} + (2y + x)\vec{j}$ при перемещении точки по прямой от точки $A(0; 3)$ до точки $B(1; 5)$.
8. Вычислить интеграл по формуле Грина:
 $\oint_C (5x + 2xy) dx + (4y - 2x^2) dy$, $C: x = 0, y = 1, y = x$.

<p>«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики</p> <p>_____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.</p>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
	Математика

БИЛЕТ № 2

1. Теорема о среднем значении для двойного интеграла (с доказательством вом).
2. Дифференциал второго порядка функции $z = f(x, y)$.
3. Найти полную производную $\frac{dz}{dt}$, если $z = \ln(e^{2t} + 4\sqrt{x} - \sin y)$ и $x = t \operatorname{tg} t$, $y = ct \operatorname{tg} t$.
4. Найти $\frac{\partial z(A)}{\partial l}$, если $z = (2x - 1)y^2 + \frac{y}{1 + x}$, $\vec{l} = (3; 4)$, $A(1; 2)$
5. Изменить порядок интегрирования: $\int_0^1 dx \int_0^x f(x; y) dy + \int_1^2 dx \int_0^{2-x} f(x; y) dy$
6. Вычислить интеграл: $\iint_D (x + 1) dx dy$, $D: y + x = 2, y = x, x = 2$.
7. Вычислить работу силы $\vec{F} = (3y - 2x)\vec{i} + (x + 2y)\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги параболы $y = 5x - 2x^2 + 1$ от точки $A(0; 1)$ до точки $B(1; 4)$.
8. Вычислить: $\int_{A(1; 0)}^{B(3; 2)} (6x - 2y) dx + (3y - 2x) dy$.

Экзамен по дисциплине «Математика» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 8-11 рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 8 вопросов, относящихся к указанным разделам.

<p>«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики</p> <p>_____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра высшей математики</p>
	<p>18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии</p>
	<p>Математика</p>
<p>БИЛЕТ № 1</p>	
<p>1. Построение общего решения ЛОДУ II-го порядка с постоянными коэффициентами в случае кратных корней характеристического уравнения (случай $D=0$) (с доказательством).</p>	
<p>2. Сформулировать теорему существования и единственности решения ДУ I-го порядка.</p>	
<p>3. Определение суммы и сходимости числового ряда. Перечислить свойства сходящихся рядов.</p>	
<p>4. Решить дифференциальное уравнение:</p> $(\cos y + y \cdot \sin x)dx + (2y - x \cdot \sin y - \cos x)dy = 0$	
<p>5. Решить задачу Коши: $y'' \cdot \cos x = 2y' \cdot \sin x$, $y(0) = -1$; $y'(0) = 1$</p>	
<p>6. Решить дифференциальное уравнение: $5y'' - y' = 5 - 2x$</p>	
<p>7. Исследовать знакочередующийся ряд на абсолютную и условную сходимость:</p> $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{4^n + 1}$	
<p>8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+1)^n}{\sqrt[3]{2n+1}}$</p>	

<p>«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики</p> <p>_____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра высшей математики</p>
	<p>18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии</p>
	<p>Математика</p>
<p>БИЛЕТ № 2</p>	
<p>1. Знакочередующиеся ряды. Доказать признак Лейбница.</p>	
<p>2. ДУ основные понятия: порядок, частное решение, общее решение, общий интеграл, задача Коши.</p>	
<p>3. ДУ в полных дифференциалах. Формулировка аналитического признака полного дифференциала.</p>	

4. Решить дифференциальное уравнение: $xy' - y = x \cdot \operatorname{tg} \frac{y}{x}$
5. Решить задачу Коши: $y'' \cdot y^3 + 1 = 0$, $y(0) = 1$, $y'(0) = 1$
6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' - 2y' + y = 2x(1-x)$
7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n+1}{7+3n}$
8. Найти область сходимости степенного ряда:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} \cdot (x-2)^n}{\sqrt{n+11}}$$

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

9.1. Рекомендуемая литература.

А) Основная литература:

1. «Сборник задач по высшей математике» (часть 1), Письменный Д.Т., Лунгу К.Н. –М., изд. «Айрис», 2010 г. – 576 с.: ил. – (Высшее образование).
2. «Сборник задач по высшей математике» (часть 2), Письменный Д.Т., Лунгу К.Н. –М., изд. «Айрис», 2010 г. – 592 с.: ил. – (Высшее образование).
3. «Конспект лекций по высшей математике», Письменный Д.Т. –М., изд. «Айрис», 2010 г. – 608 с.: ил. – (Высшее образование).
4. Теория вероятностей и математическая статистика. [Электронный ресурс]: учебник для прикладного бакалавриата: Электронная копия / В. Е. Гмурман. - 12-е изд. - М.: Юрайт, 2014. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
5. Фролов А.Н. Краткий курс ТВ и МС, уч. пособие, Лань, 2017, 304 с.

Б) Дополнительная литература:

1. Элементы алгебры: учебное пособие / А. Н. Шайкин. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. - 119 с.: ил.
2. Дифференциальное и интегральное исчисление функции одной переменной. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Меладзе М.А., Гордеева Е.Л., Осипчик В.В. / Учебное пособие под ред. Рудаковской Е.Г., Рушайло М.Ф.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. –108 с.
3. Дифференциальное и интегральное исчисление функции одной переменной (примеры и задачи). Рудаковская Е.Г., Аверина О.В., Воронов С.М., Старшова Т.Н., Хлынова Т.В., Ригер Т.В. /Учебное пособие под ред. Рудаковской Е.Г., –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2013. –132 с.
4. Дифференциальное и интегральное исчисление функции многих переменных (теория и практика): учебное пособие / Е. Г. Рудаковская, Рушайло М.Ф., Шайкин А.Н., Меладзе М.А., Арсанукаев З.З., Воронов С.М. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. –120 с.
5. Обыкновенные дифференциальные уравнения: конспект лекций по высшей математике: учебное пособие / сост.: Е. М. Чечеткина, В. М. Азриэль, Е. Ю. Напеденина. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 64 с.
6. Обыкновенные дифференциальные уравнения и системы (примеры и задачи). Рудаковская Е.Г. Рушайло М.Ф., Хлынова Т.В., Ригер Т.В., Казанчян М.С., Ситин А.Г. /Учебное

- пособие под ред. Рудаковской Е.Г., Рушайло М.Ф., –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2013. –116 с.
7. Ряды. Теория и практика. Рудаковская Е.Г., Арсанукаев З.З., Меладзе М.А., Напеденин Ю.Т. /Учебное пособие. –М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2011. –72 с.
 8. Дифференциальное и интегральное исчисление функции многих переменных. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Напеденина Е.Ю., Меладзе М.А, Хлынова Т.В. /Учебное пособие под ред. Рудаковской Е.Г., Рушайло М.Ф.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. –92 с.
 9. Дифференциальное и интегральное исчисление функции многих переменных (примеры и задачи). Рудаковская Е.Г., Меладзе М.А, Хлынова Т.В., Шайкин А.Н., Ригер Т.В., /Учебное пособие под ред. Рудаковской Е.Г., Шайкина А.Н.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. –108 с.
 10. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. [Электронный ресурс]: учебное пособие для прикладного бакалавриата: Электронная копия / В. Е. Гмурман. - 11-е изд. - М.: Юрайт, 2014. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
 11. Теория вероятностей и математическая статистика. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Старшова Т.Н., Аверина О.В., Гордеева Е.Л., Изотова С.А. /Учебное пособие под ред. Рушайло М.Ф., Рудаковской Е.Г., –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. –136 с.
 12. Сборник расчетных работ по высшей математике. Том I. Дифференциальное и интегральное исчисление функции одной и нескольких переменных. Элементы алгебры. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Осипчик В.В., Старшова Т.Н., Ригер Т.Ф., Меладзе М.А., Бурухина Т.Ф., Шайкин А.Н., Иншакова К.А. /Учебное пособие в 3-х томах под ред. Рудаковской Е.Г.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2016. –148 с.
 13. Сборник расчетных работ по высшей математике. Том II. Обыкновенные дифференциальные уравнения и системы. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Осипчик В.В., Аверина О.А., Чечеткина Е.И., Напеденина Е.Ю., Напеденин Ю.Т., Иншакова К.А. /Учебное пособие в 3-х томах под ред. Рудаковской Е.Г.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2016. –120 с.
 14. Сборник расчетных работ по высшей математике. Том III. Теория вероятностей и математическая статистика. Рудаковская Е.Г., Напеденина Е.Ю., Осипчик В.В., Напеденин Ю.Т., Орлова В.Л., Шайкин А.Н., Иншакова К.А. /Учебное пособие в 3-х томах под ред. Рудаковской Е.Г.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2017. –124 с.

1.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации.

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации.
- Комплекс обучающих программ.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:
<http://kvm.mucltr.ru/> – сайт кафедры высшей математики.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – <https://moodle.mucltr.ru/>, (общее число слайдов – 1280);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (50 вариантов на каждую контрольную точку, всего 12 контрольных работ, общее число вариантов – 600);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (50 билетов для итогового контроля, всего 3 итоговые аттестации, общее число билетов – 150).

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет **1 727 628** экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

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

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, оборудованные традиционными учебными досками и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Учебно-методические пособия, разработанные на кафедре высшей математики, выложены на сайте кафедры <http://kvm.mucltr.ru> и на сайте библиотеки РХТУ имени Д.И.Менделеева <https://lib.mucltr.ru>.

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

Персональные компьютеры, принтеры, сканер и копировальный аппарат используются для подготовки раздаточных материалов.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине, комплекты контрольных и экзаменационных билетов.

Учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно
2.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная
3.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно
4.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath 	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
5.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Формы и методы контроля и оценки результатов освоения разделов

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1 СЕМЕСТР		
Раздел 1. Элементы алгебры. Аналитическая геометрия на плоскости.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия,	Оценка за контрольную работу № 1 (1 семестр) Оценка на зачете с оценкой

	<p>методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне.</p> <p>Владеет:</p> <p>основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.</p>	
<p>Раздел 2. Функция одной переменной. Предел функции. Непрерывность функции.</p>	<p>Знает:</p> <p>основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов.</p> <p>Умеет:</p> <p>выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне.</p> <p>Владеет:</p> <p>основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 1 (1 семестр) Оценка на зачете с оценкой</p>
<p>Раздел 3. Дифференциальное исчисление функции одной переменной.</p>	<p>Знает:</p> <p>основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов.</p> <p>Умеет:</p> <p>выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 2 (1 семестр) Оценка на зачете с оценкой</p>

	<p>конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне.</p> <p>Владеет:</p> <p>основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.</p>	
<p>Раздел 4. Интегральное исчисление функции одной переменной.</p>	<p>Знает:</p> <p>основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов.</p> <p>Умеет:</p> <p>выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне.</p> <p>Владеет:</p> <p>основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 3 (1 семестр) Оценка на зачете с оценкой</p>
2 СЕМЕСТР		
<p>Раздел 5. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.</p>	<p>Знает:</p> <p>основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов.</p> <p>Умеет:</p> <p>выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 4 (2 семестр) Оценка на экзамене</p>

	<p>основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне.</p> <p>Владеет:</p> <p>основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.</p>	
<p>Раздел 6. Кратные интегралы</p>	<p>Знает:</p> <p>основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов.</p> <p>Умеет:</p> <p>выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне.</p> <p>Владеет:</p> <p>основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 5 (2 семестр)</p> <p>Оценка на экзамене</p>
<p>Раздел 7. Криволинейные и поверхностные интегралы.</p>	<p>Знает:</p> <p>основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов.</p> <p>Умеет:</p> <p>выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне.</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 6 (2 семестр)</p> <p>Оценка на экзамене</p>

	<p>Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.</p>	
3 СЕМЕСТР		
<p>Раздел 8. Дифференциальные уравнения первого порядка.</p>	<p>Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов.</p> <p>Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне.</p> <p>Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 7 (3 семестр) Оценка на экзамене</p>
<p>Раздел 9. Дифференциальные уравнения второго порядка.</p>	<p>Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов.</p> <p>Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне.</p> <p>Владеет:</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 8 (3 семестр) Оценка на экзамене</p>

	основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	
Раздел 10. Системы дифференциальных уравнений.	<p>Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов.</p> <p>Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне.</p> <p>Владет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.</p>	Оценка за контрольную работу № 8 (3 семестр) Оценка на экзамене
Раздел 11. Числовые и функциональные ряды.	<p>Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов.</p> <p>Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне.</p> <p>Владет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования</p>	Оценка за контрольную работу № 9 (3 семестр) Оценка на экзамене

	математического аппарата; методами статистической обработки информации.	
--	---	--

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
 «_____Математика_____»
 основной образовательной программы
 __18.03.02__ «__Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
 нефтехимии и биотехнологии____»
 код и наименование направления подготовки (специальности)
 «_____»
 наименование ООП
 Форма обучения: ____очная____

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

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



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

Ф.А. Колоколов

» _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Математическое моделирование энерго- и ресурсоэффективных технологических систем»

Направление подготовки – 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки – «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика»

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«19» июня 2023 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2023

Программа составлена

к.т.н., доцент, доцент кафедры кибернетики химико-технологических процессов Ю.В. Сбоева

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов РХТУ им.Д.И. Менделеева

« 26 » апреля 2023 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направления подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии профиля «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика» (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой кибернетики химико-технологических процессов РХТУ им. Д.И.Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина «Математическое моделирование энерго- и ресурсоэффективных технологических систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)» и рассчитана на изучение в 7 семестре. Для успешного освоения дисциплины студенты должны предварительно изучить дисциплину «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов».

Цель дисциплины – научить студентов применению методов математического моделирования химико-технологических систем с позиций их технологической и аппаратурной энерго- и ресурсоэффективности.

Задачи дисциплины:

– освоение студентами целей, принципов, общей схемы и этапов моделирования энерго- и ресурсоэффективных химико-технологических систем;

– приобретение практических навыков моделирования химико-технологических систем на ЭВМ, в том числе средствами автоматизированных систем моделирования.

Цель и задачи дисциплины достигаются с помощью:

– освоения методов и алгоритмов моделирования химико-технологических систем с непрерывным и дискретным режимами работы;

– ознакомления с техническими и программными средствами автоматизированного моделирования химико-технологических систем.

Дисциплина «Математическое моделирование энерго- и ресурсоэффективных технологических систем» преподаётся в 7 семестре и заканчивается зачётом с оценкой. Контроль успеваемости студентов ведётся по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1 Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа; УК-1.2 Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщённые трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-3. Способен моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности и	ПК-3.2. Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения задач расчёта, моделирования и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.
			ПК-3.3. Владеет пакетом прикладных программ для обработки	

			<p>результатов экспериментов, и моделирования, идентификации и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов.</p>	<p>Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщённая трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).</p>
--	--	--	--	--

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

– общую схему и этапы моделирования на основе системного подхода энерго- и ресурсоэффективных технологических систем, теоретические основы и практические приёмы построения их математических моделей, реализации модельного эксперимента;

Уметь:

– практически применять методы моделирования для расчёта, анализа химико-технологических систем, решения задач ресурсосбережения;

Владеть:

– современными технологиями автоматизации моделирования.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоёмкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,34	48	36
Лекции	0,67	24	18
Практические занятия (ПЗ)	0,67	24	18
Самостоятельная работа	1,66	60	45
Контактная самостоятельная работа	1,66	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,6	44,7
Вид итогового контроля:		Зачёт с оценкой	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек-ции	Прак. занятия	Сам. работа
	Введение.	2	2	-	-
	Раздел 1. Общая схема моделирования химико-технологических систем.	4	4	-	-
1.1	Классификация химико-технологических систем и их моделей.	1	1	-	-
1.2	Общая схема и этапы моделирования.	3	3	-	-
	Раздел 2. Моделирование химико-технологических систем с непрерывным режимом работы.	38	6	8	24
2.1	Статические модели химико-технологических систем.	19	3	4	12
2.2	Динамические модели химико-технологических систем.	19	3	4	12
	Раздел 3. Моделирование химико-технологических систем с дискретно-непрерывным режимом работы.	64	12	16	36
3.1	Структура модели. Классификация процессов.	1	1	-	-
3.2	Моделирование непрерывных процессов.	19	4	6	9
3.3	Моделирование дискретных процессов.	17	3	5	9
3.4	Имитационно-аналитическое моделирование.	10	1	-	9
3.5	Формирование расписания работы многопродуктовых систем.	17	3	5	9
	ИТОГО	108	24	24	60

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Предмет и метод дисциплины. Задачи и место дисциплины в подготовке бакалавра техники и технологии.

Раздел 1. Общая схема моделирования химико-технологических систем.

1.1 Классификация химико-технологических систем и их моделей. Определение химико-технологической системы. Классификация химико-технологических систем по способу организации технологических процессов. Определение математической модели. Классификация математических моделей по отображению сторон моделируемых систем и методам исследования. Цели моделирования. Индуктивный и системный подходы к моделированию. Автоматизация моделирования.

1.2 Общая схема и этапы моделирования. Моделирование как многоэтапный итерационный информационный процесс. Разработка концептуальной модели и её формализация. Модельный эксперимент. Установление адекватности модели. Структурное и параметрическое корректирование. Интерпретация результатов моделирования и прогноз.

Раздел 2. Моделирование химико-технологических систем с непрерывным режимом работы.

2.1 Статические модели химико-технологических систем. Стационарный режим – основной рабочий режим систем непрерывного действия. Структура модели. Модели технологических аппаратов и модели структуры технологической системы. Структурный анализ разомкнутых систем и систем с внешними рециклами.

2.2 Динамические модели химико-технологических систем. Цели изучения динамических свойств систем. Функциональные операторы. Линейность. Принципы суперпозиции. Характеристические функции.

Раздел 3. Моделирование химико-технологических систем с дискретно-непрерывным режимом работы.

3.1 Структура модели. Классификация процессов. Периодический способ организации технологических процессов. Непрерывные и дискретные процессы. Функциональные состояния аппаратов и систем. События времени и состояния.

3.2 Моделирование непрерывных процессов. Автономные и интерактивные процессы. Виды взаимодействия технологических аппаратов. Согласование временных режимов их работы. Оптимизация объёма вспомогательных ёмкостей. Методы решения дифференциальных уравнений с разрывными функциями в правой части. Аппроксимационные экстремумы разрывных функций.

3.3 Моделирование дискретных процессов. Моделирование процессов смены состояний, начала и окончания коммутации аппаратов периодического действия, конфликтных ситуаций в системах. Сети Петри.

3.4 Имитационно-аналитическое моделирование. Системы дискретного и комбинированного моделирования. Состав, структура и

функции. Языки моделирования. Алгоритмы продвижения модельного времени. Временные сети.

3.5 Формирование расписания работы многопродуктовых систем.

Многопродуктовые технологические системы. Временные режимы работы многопродуктовых химико-технологических систем. Формирование и преобразование матриц технологических циклов. Алгоритмы вычисления логических определителей вещественнозначной логики.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	Знать:				
1	общую схему и этапы моделирования на основе системного подхода энерго- и ресурсоэффективных технологических систем, теоретические основы и практические приёмы построения их математических моделей, реализации модельного эксперимента;	+	+	+	
	Уметь:				
2	практически применять методы моделирования для расчёта, анализа химико-технологических систем, решения задач ресурсосбережения;		+	+	
	Владеть:				
3	современными технологиями автоматизации моделирования;		+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>универсальные, профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</i> :					
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК			
4	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1 Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа;	+	+	+

		УК-1.2 Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач.	+	+	+
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
5	ПК-3. Способен моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности.	ПК-3.2. Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения задач расчёта, моделирования и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов; ПК-3.3. Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов, и моделирования, идентификации и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов.	+	+	+
			+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	2.1	Моделирование статических режимов работы технологических систем непрерывного действия	3
2	2.1	Методы структурного анализа химико-технологических систем	2
3	2.2	Динамические модели химико-технологических систем	3
4	3.2	Моделирование автономных и интерактивных процессов в химико-технологических системах с дискретно-непрерывным режимом работы	6
5	3.3	Моделирование процессов смены состояний аппаратов и их взаимодействия	3
6	3.3	Моделирование конфликтных ситуаций	2
7	3.5	Формирование и оптимизация расписания работы многопродуктовых химико-технологических систем	5

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;

- подготовку к контрольным работам;

- подготовку к сдаче зачёта с оценкой.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимую для изучения дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 44 балла), оценок устной

промежуточной аттестации по теоретическим разделам дисциплины (максимальная оценка 16 баллов) и итогового контроля в форме *Зачёт с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрены 3 контрольные работы по материалу разделов №№ 2,3. Максимальная оценка за все контрольные работы составляет 44 балла: контрольные работы №№ 1,2 – по 12 баллов за каждую работу; контрольная работа № 3 – 20 баллов.

Темы и примеры контрольных работ по материалу разделов №№ 2,3

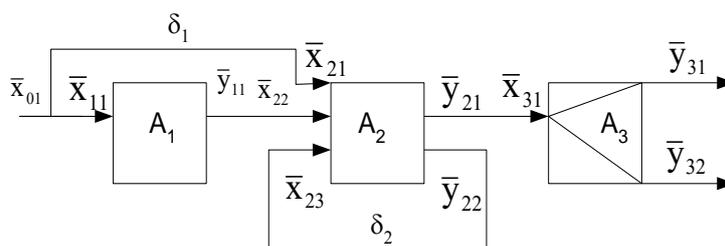
Контрольная работа № 1

Тема: «**Моделирование химико-технологических систем с непрерывным режимом работы**».

Контрольная работа № 1 предусматривает оценку знаний, умений и навыков по разделу № 2. Максимальная оценка – **12 баллов**.

Пример варианта контрольной работы № 1

Разработать статическую модель химико-технологической системы непрерывного действия. Определить концентрацию компонентов и объёмный расход на выходе (\bar{Y}_{31} , \bar{Y}_{32})



A_1 – реактор идеального вытеснения; A_2 – реактор идеального смешения; A_3 – идеальный сепаратор; $A \xrightarrow{k} P$; $\bar{X}_{01} = \{v_{Bx0}, C_{ABx0}, 0\}$;
 $L_{A1} = 5,0$ м; $F_{A1} = 0,2$ м²; $V_{A2} = 4,0$ м³; $k = 1,15$ ч⁻¹; $v_{Bx0} = 1$ м³·ч⁻¹;
 $C_{ABx0} = 2,0$ кмоль·м⁻³; $M_A = M_P = 98$ кг·кмоль⁻¹; $\bar{\rho} = 1000$ кг·м⁻³; $\delta_1 = \delta_2 = 0,5$.

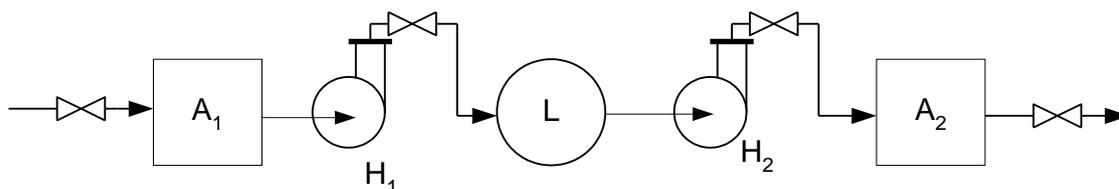
Контрольная работа № 2

Тема: «**Моделирование химико-технологических систем с дискретно-непрерывным режимом работы**».

Контрольная работа № 2 предусматривает оценку знаний, умений и навыков по разделу № 3. Максимальная оценка – **12 баллов**.

Пример варианта контрольной работы № 2

Разработать математическую модель химико-технологической системы. Определить: продолжительность цикла аппарата A_1 и химико-технологической системы; производительность v_{H_2} насоса H_2 ; производительность химико-технологической системы по целевому продукту R .



A_1 – реактор периодического действия; A_2 – реактор идеального смешения; L – ёмкость; H_1, H_2 – насосы; $A_1: A \xrightarrow{k_1} P$; $A_2: P \xrightarrow{k_2} R \xrightarrow{k_3} S$;
 $C_{A0} = 2,0 \text{ кмоль} \cdot \text{м}^{-3}$; $V_{A1} = 4,0 \text{ м}^3$; $v_{H1} = 10,0 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}^{-1}$; $x_A = 0,9$; $\phi_{A1} = 0,8$ (коэффициент заполнения аппарата A_1); $M_R = 100 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$; $\bar{\rho} = 1000 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$;
 $k_1 = 1,15 \text{ ч}^{-1}$; $k_2 = 1,4 \text{ ч}^{-1}$; $k_3 = 0,8 \text{ ч}^{-1}$; $V_{A2} = 1,0 \text{ м}^3$.

Контрольная работа № 3

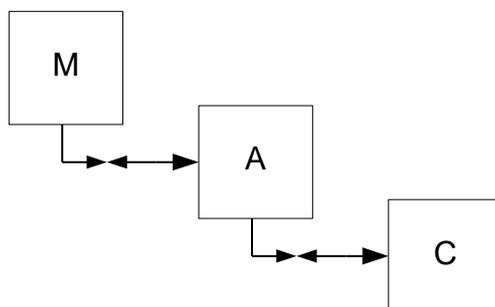
Тема: «Моделирование ресурсосберегающих химико-технологических систем».

Контрольная работа № 3 предусматривает оценку знаний, умений и навыков по разделам №№ 2,3. Максимальная оценка – **20 баллов**.

Контрольная работа № 3 выполняется вне аудитории как самостоятельная работа.

Пример варианта контрольной работы № 3

Сформировать комбинированную модель цикла работы химико-технологической системы периодического действия в виде временной сети Петри, отображающей операции загрузки реагента, химического синтеза и выгрузки продукта.



A – реактор периодического действия ($A \xrightarrow{k_1} P \xrightarrow{k_2} S$);

M – мерник; C – сборник.

Модель должна отражать:

- технологические процессы в аппаратах;
- смену их состояний и
- взаимодействие.

Исходные данные: $c_{A0} = 1,0 \text{ кмоль} \cdot \text{м}^{-3}$; $k_1 = 1,15 \text{ ч}^{-1}$; $k_2 = 0,6 \text{ ч}^{-1}$;

Продолжительность загрузки и выгрузки аппаратов принять равными 10% от продолжительности основной операции в реакторе периодического действия.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – зачёт с оценкой)

Билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса.

1 вопрос – 10 баллов, 2 вопрос – 30 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – зачёт с оценкой)

1. Химико-технологическая система. Структура и функции. Элементы и подсистемы. Материальные, энергетические и информационные взаимодействия подсистем.

2. Классификация химико-технологических систем и происходящих в них процессов.

3. Моделируемость химико-технологических систем. Принцип аналогий. Определение модели химико-технологических систем.

4. Цели моделирования химико-технологических систем. Задачи анализа.

5. Схема и этапы моделирования химико-технологических систем. Концептуальные модели и их формализация.

6. Модельный эксперимент. Оценивание адекватности и корректирование моделей. Интерпретация результатов моделирования. Прогнозирование поведения химико-технологических систем по результатам моделирования.

7. Непрерывный способ организации технологических процессов. Стационарные режимы работы.

8. Структурные типы химико-технологических систем непрерывного действия: разомкнутые и замкнутые системы.

9. Технологические аппараты непрерывного действия с сосредоточенными и распределёнными параметрами.

10. Структура и состав модели химико-технологических систем непрерывного действия. Модели структуры системы и образующих её технологических аппаратов.

11. Статические модели химико-технологических систем непрерывного действия. Анализ статических режимов и определение последовательности расчёта аппаратов разомкнутых систем.

12. Анализ статических режимов замкнутых химико-технологических систем. Преобразование замкнутых систем в эквивалентные разомкнутые.

13. Исследование динамических свойств химико-технологических систем непрерывного действия. Функциональные операторы – динамические модели химико-технологических систем.

14. Линейные функциональные операторы. Общий и интегральный принцип суперпозиции.

15. Характеристические функции линейных стационарных систем: весовая, переходная и передаточная. Их связь.

16. Периодический способ организации технологических процессов. Непрерывные и дискретные процессы. Функциональные состояния аппаратов и подсистем. События времени и состояния.

17. Автономные и интерактивные процессы в химико-технологических системах периодического действия. Непосредственные взаимодействия аппаратов и взаимодействия через вспомогательные ёмкости.

18. Определение длительности технологических операций, циклов аппаратов периодического действия и подсистем.

19. Структура модели химико-технологических систем периодического действия. Модели технологических операций, аппаратов и координирующие модели.

20. Моделирование подсистем технологических аппаратов, взаимодействующих через вспомогательные ёмкости. Согласование временных режимов работы аппаратов.

21. Расчёт объёма реакционной массы во вспомогательной ёмкости. Методы решения дифференциальных уравнений с разрывной функцией в правой части.

22. Временные режимы (стратегии) работы многопродуктовых химико-технологических систем, производящих серийную продукцию. Формирование расписания работы. Расчёт времени работы.

23. Временные режимы (стратегии) работы многопродуктовых химико-технологических систем, производящих заказную (единичную) продукцию. Формирование расписания работы.

24. Оптимизация последовательности выпуска многономенклатурной продукции в технологических системах с последовательной аппаратурной структурой.

25. Моделирование последовательных, параллельных и конкурентных дискретных процессов в химико-технологических системах с периодическим режимом работы сетями Петри.

26. Моделирование простых бинарных взаимодействий технологических аппаратов сетями Петри.

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

8.4. Структура и пример билета для зачёта с оценкой (7 семестр)

Зачёт с оценкой по дисциплине «Математическое моделирование энерго- и ресурсоэффективных технологических систем» проводится в 7 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1, 2, 3 рабочей программы дисциплины. Билет для зачёта с оценкой состоит из 2 вопросов (теоретический вопрос и расчётная задача), относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачёта с оценкой:

"Утверждаю"
Зав. каф. КХТП
Глебов М.Б.

Министерство науки и высшего образования РФ
Российский химико-технологический университет имени
Д.И. Менделеева

Кафедра кибернетики химико-технологических процессов
18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической
технологии, нефтехимии и биотехнологии

«__» _____ 20__ г.

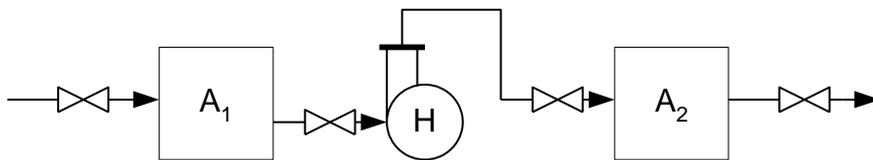
Профиль "Основные процессы химических производств и химическая кибернетика"

Математическое моделирование энерго- и ресурсоэффективных технологических систем

БИЛЕТ № 1

1. Моделируемость химико-технологических систем. Принцип аналогий.
Определение модели химико-технологических систем.

2. Разработать математическую модель химико-технологической системы, представленной на рисунке. Определить продолжительность циклов аппаратов A_1 , A_2 , химико-технологической системы; производительность химико-технологической системы по целевому продукту R.



A_1 , A_2 – реакторы периодического действия; Н – насос;

A_1 : $A \xrightarrow{k_1} P \xrightarrow{k_2} S$; A_2 : $P \xrightarrow{k_3} R$; $V_{A1} = V_{A2} = 4,0 \text{ м}^3$; $v_H = 10,0 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}^{-1}$;

$k_1 = 1,15 \text{ ч}^{-1}$; $k_2 = 0,9 \text{ ч}^{-1}$; $k_3 = 1,4 \text{ ч}^{-1}$; $x_P = 0,9$ (в A_2); $C_{A0} = 2,0 \text{ кмоль} \cdot \text{м}^{-3}$;

$M_R = 100 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$; $\bar{\rho} = 1000 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$; $\varphi = 0,8$; φ – коэффициент заполнения аппарата.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Макаров В.В. Оптимизация химико-технологических систем с дискретным режимом работы: учеб. пособие/ В.В. Макаров – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 84 с.

Б. Дополнительная литература

1. Кафаров В.В. Гибкие автоматизированные производственные системы в химической промышленности/ В.В. Кафаров, В.В. Макаров – М.:Химия, 1990.–320 с.

2. Гордеев Л.С. Оптимизация ассортимента многономенклатурной продукции и моделирование многопродуктовых химико-технологических систем/ Л.С. Гордеев, Д.А. Бобров, В.В. Макаров, Ю.В. Сбоева – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2002. – 56 с.

3. Гордеев Л.С. Системный анализ производств многономенклатурной химической продукции/ Л.С. Гордеев, В.В. Макаров, А.Л. Бирюков, Ю.В. Сбоева – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. – 128 с.

4. Макаров В.В. Сборник задач по курсу «Принципы математического моделирования химико-технологических систем»: учеб. пособие/ В.В. Макаров. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011.–104 с.

5. Макаров В.В. Имитационно-аналитическое моделирование химико-технологических систем с дискретным режимом работы: учеб. пособие/ В.В. Макаров – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. – 40 с.

6. Макаров В.В. Формирование и оптимизация расписания работы многопродуктовых химико-технологических систем: учеб. пособие/ В.В. Макаров – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. – 52 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- «Химическая промышленность сегодня», ISSN – 0023-110X;
- «Химическая технология», ISSN – 1684-5811;
- «Теоретические основы химической технологии», ISSN – 0040-3571;
- «Программные продукты и системы», ISSN (печатной версии) – 0236-235X, ISSN (онлайновой версии) – 2311-2735;
- «Computers and Chemical Engineering» ISSN – 0098-1354.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк вариантов контрольной работы № 1 – 50;
- банк вариантов контрольной работы № 2 – 50;
- банк вариантов контрольной работы № 3 – 50;
- банк билетов для зачёта с оценкой – 50;

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного

процесса по дисциплине. Общий объём многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет **1 727 628** экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Математическое моделирование энерго- и ресурсоэффективных технологических систем» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающихся.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Учебная аудитория для проведения лекций и практических занятий вместимостью не менее 30 человек, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащённые компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия

Учебные пособия по дисциплине в форме печатных изданий, а также в Электронно-библиотечной системе ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева.

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

На кафедре кибернетики химико-технологических процессов самостоятельная работа по дисциплине «Математическое моделирование энерго- и ресурсоэффективных технологических систем» организуется в учебной аудитории 247 с 16 компьютерами. Все компьютеры укомплектованы

проигрывателями DVD, USB-портами и имеют доступ к сети Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

На кафедре кибернетики химико-технологических процессов используются информационно-методические материалы: инструкции по технике безопасности в компьютерном классе; методические рекомендации к практическим и лабораторным занятиям; учебные пособия; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; справочные материалы.

На кафедре кибернетики химико-технологических процессов используются электронные образовательные ресурсы: междисциплинарная автоматизированная система обучения на основе сетевых технологий для подготовки химиков-технологов; инновационный учебно-методический комплекс по проблемам химической безопасности и биологической безопасности; специализированное программное обеспечение; базы данных специализированного назначения, используемые при проведении научных исследований бакалаврами и при изучении соответствующих разделов дисциплины.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

Лицензионное программное обеспечение, установленное на компьютерах кафедры кибернетики химико-технологических процессов в учебной аудитории 247:

№	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Windows 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	16	Бессрочно
2	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	16	Бессрочно
3	Антивирус Kaspersky Endpoint Security	Контракт № 72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	16	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Общая схема моделирования химико-технологических систем.	<i>Знает:</i> общую схему и этапы моделирования на основе системного подхода энерго- и ресурсоэффективных технологических систем, теоретические основы и практические приёмы построения их математических моделей, реализации модельного эксперимента;	Оценка за устную промежуточную аттестацию (7 семестр) Оценка за <i>зачёт с оценкой</i> (7 семестр)
Раздел 2. Моделирование химико-технологических систем с непрерывным режимом работы.	<i>Знает:</i> общую схему и этапы моделирования на основе системного подхода энерго- и ресурсоэффективных технологических систем, теоретические основы и практические приёмы построения их математических моделей, реализации модельного эксперимента; <i>Умеет:</i> практически применять методы моделирования для расчёта, анализа химико-технологических систем, решения задач ресурсосбережения; <i>Владеет:</i> современными технологиями автоматизации моделирования.	Оценка за устную промежуточную аттестацию (7 семестр) Оценка за контрольную работу № 1 (7 семестр). Оценка за контрольную работу № 3 (7 семестр) Оценка за <i>зачёт с оценкой</i> (7 семестр)
Раздел 3. Моделирование химико-технологических систем с дискретно-непрерывным режимом работы.	<i>Знает:</i> общую схему и этапы моделирования на основе системного подхода энерго- и ресурсоэффективных технологических систем, теоретические основы и практические приёмы построения их математических моделей, реализации модельного эксперимента; <i>Умеет:</i> практически применять методы моделирования для расчёта, анализа химико-технологических систем, решения задач ресурсосбережения; <i>Владеет:</i> современными технологиями автоматизации моделирования.	Оценка за устную промежуточную аттестацию (7 семестр) Оценка за контрольную работу № 2 (7 семестр). Оценка за контрольную работу № 3 (7 семестр) Оценка за <i>зачёт с оценкой</i> (7 семестр).

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам

бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Учёного совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Математическое моделирование энерго- и ресурсоэффективных
технологических систем»
основной образовательной программы
по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»
Профиль «Основные процессы химических производств и
химическая кибернетика»
Форма обучения: очная**

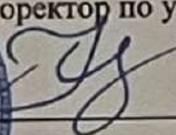
Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Учёного совета №__от «__»_____20__г.
2.		протокол заседания Учёного совета №__от «__»_____20__г.
3.		протокол заседания Учёного совета №__от «__»_____20__г.
		протокол заседания Учёного совета №__от «__»_____20__г.
		протокол заседания Учёного совета №__от «__»_____20__г.

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



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе


Ф.А. Колоколов

» _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

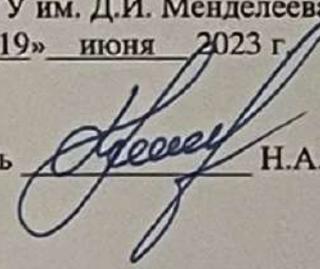
«Математическое моделирование и методы синтеза гибких химических производств»

Направление подготовки – 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки – «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика»

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«19» июня 2023 г.

Председатель  Н.А. Макаров

Москва 2023

Программа составлена

д.т.н., профессором, профессором кафедры кибернетики химико-технологических процессов
Т.В. Савицкой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов «26» апреля 2023 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **кибернетики химико-технологических процессов** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Математическое моделирование и методы синтеза гибких химических производств» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области процессов и аппаратов химической технологии, математического моделирования химико-технологических процессов.

Цель дисциплины – научить студентов теоретическим основам составления математических моделей гибких химических производств как сложных иерархических систем с использованием методов декомпозиции на отдельные подсистемы, блоки, модули и практическим навыкам использования математических моделей химико-технологических процессов и систем для исследования поведения объекта в различных условиях ведения процессов и функционирования гибких автоматизированных производственных систем с использованием средств компьютерной техники.

Задачи дисциплины:

- дать основные знания по использованию основных законов естественнонаучных дисциплин в изучении гибких химических производств;
- научить применять методы математического анализа и моделирования периодических и дискретно-непрерывных химико-технологических процессов и систем;
- научить теоретическим и практическим методам и приемам исследования совмещенных и гибких химико-технологических систем;
- научить принципам построения основных моделей, методов и алгоритмов решения задач синтеза, индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем (ХТС) в детерминированных условиях;
- научить способам применения моделей синтеза ХТС и организации выпуска многоассортиментной продукции и размещению продуктов дополнительного ассортимента на оборудовании действующей ХТС;
- научить строить временные диаграммы функционирования аппаратурных модулей, блоков, индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем;
- научить решать типовые задачи моделирования и синтеза индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем;
- научить использовать специализированное программное обеспечение для решения задач моделирования и синтеза индивидуальных, совмещенных, гибких химико-технологических систем и размещения продуктов дополнительного ассортимента для действующих, реконструируемых и модернизируемых предприятий малотоннажной химической и смежных отраслей промышленности.

Дисциплина «Математическое моделирование и методы синтеза гибких химических производств» преподается в 7 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Для всего направления				
Технологический тип задач профессиональной деятельности				
<p>Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации</p>	<p>Химическое, химико-технологическое производство</p> <p>- Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>	<p>ПК-1. Способен обеспечивать проведение технологического процесса в соответствии с регламентом, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья</p>	<p>ПК-1.1. Знает процессы химической технологии, аппараты и методы их расчета, основные понятия управления технологическими процессами, методы оптимизации химико-технологических процессов, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы.</p>

				А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического	ПК-3. Способен моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности	ПК-3.1. Знает методы идентификации математических описаний энерго- и ресурсосберегающих процессов на основе экспериментальных данных и методы их оптимизации с применением эмпирических и/или физико-химических моделей	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-
			ПК-3.2. Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения задач расчета, моделирования и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов	

	производства).		ПК-3.3. Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов, и моделирования, идентификации и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов	исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).
Профиль “Основные процессы химических производств и химическая кибернетика”				
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-4. Способен осуществлять научные исследования в области энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии с использованием информационных компьютерных технологий	ПК-4.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии и специализированное программное обеспечение для решения научно-исследовательских задач в области энерго- и ресурсосбережения ПК-4.3. Владеет приемами анализа, обработки, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки и оформления научно-технических отчетов	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-

				<p>конструкторских разработок по отдельным разделам темы.</p> <p>A/01.5. Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (уровень квалификации – 5).</p> <p>A/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок (уровень квалификации 5).</p>
--	--	--	--	--

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные понятия и определения в области создания гибких автоматизированных производственных систем в химической технологии (понятия технологического и аппаратурного модуля, блока, технологической и организационной структур гибких химико-технологических систем);
- модели основных и вспомогательных операций и стадий в аппаратурных модулях периодического действия;
- способы организации выпуска многоассортиментной химической продукции на оборудовании совмещенной и гибкой ХТС (последовательно, циклически, группами);
- модели индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем с различными способами организации выпуска многоассортиментной продукции и модели размещения продуктов дополнительного ассортимента на оборудовании действующей ХТС;
- основные методы и алгоритмы решения задач синтеза индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем в детерминированных условиях;
- основные методы классификации ассортимента продукции на группы совместного выпуска на гибкой химико-технологической системе.

Уметь:

- проводить расчеты по моделированию типовых процессов в аппаратурных модулях периодического действия;
- строить временные диаграммы функционирования аппаратурных модулей, блоков, индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем при различных способах наработки продуктов ассортимента;
- решать типовые задачи моделирования и синтеза индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем в детерминированных условиях и размещения дополнительного ассортимента на оборудовании синтезированной или действующей ХТС;
- проводить классификацию продуктов ассортимента на возможные группы совместного выпуска с использованием теоретико-множественных и матричных методов.

Владеть:

- навыками использования блочно-модульного подхода к формированию принципиальных структур индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем;
- навыками использования специализированного программного обеспечения для решения задач моделирования и синтеза индивидуальных, совмещенных, гибких химико-технологических систем и размещения продуктов дополнительного ассортимента для действующих, реконструируемых и модернизируемых предприятий малотоннажной химической и смежных отраслей промышленности.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,339	48,2	36,15
Лекции	0,445	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,445	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	0,445	16	12
Самостоятельная работа	1,661	59,8	44,85
Контактная самостоятельная работа	1,661	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,8	44,85
Вид контроля:	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
1.	Раздел 1. Подходы к созданию гибких химических производств	12	-	4	-	-	-	-	-	8
1.1	Способы организации гибких химических производств	7	-	3	-	-	-	-	-	4
1.2	Типовая структура ГАПС в химической технологии	5	-	1	-	-	-	-	-	4
2.	Раздел 2. Теоретические основы моделирования гибких химических производств модульного типа	33	-	3	-	6	-	6	-	18
2.1	Гибкая ХТС как объект моделирования	2.5	-	0.5	-	-	-	-	-	2
2.2	Моделирование типовых операций и одностадийных периодических процессов, реализуемых в емкостном оборудовании	10	-	1	-	3	-	-	-	6

2.3	Моделирование одностадийных химико-технологических процессов в аппаратурных модулях периодического действия в индивидуальных, совмещенных и гибких ХТС.	17.5	-	1	-	2.5.	-	6	-	8
2.4	Подходы, методы и модели формирования блочно-модульных структур гибких ХТС.	3	-	0.5	-	0.5	-	-	-	2
3.	Раздел 3. Математическое моделирование индивидуальных, совмещенных и гибких химических производств.	25	-	3	-	2	-	6	-	14
3.1	Математические постановки задач расчета индивидуальных, совмещенных и гибких схем	14.	-	2	-	-	-	4	-	8
3.2	Определение времени выпуска многоассортиметной продукции при различных способах наработки ассортимента	11	-	1	-	2	-	2	-	6
4.	Раздел 4. Синтез индивидуальных и гибких химико-технологических систем в условиях полной определенности информации	28	-	4	-	6	-	4	-	14
4.1	Структурный и структурно-параметрический синтез. Обобщенный подход к синтезу многоассортиментных ХТС	3.5	-	0.5	-	1	-	-	-	2
4.2	Постановки задач синтеза индивидуальной химико-технологической системы как задач оптимизации	3	-	1	-	-	-	-	-	2

4.3	Постановки задач синтеза квазиоптимальных структур совмещенных и гибких химико-технологических систем	9.5	-	1.5	-	2	-	2	-	4
4.4	Синтез гибких ХТС при выпуске ассортимента группами	4	-	0.5	-	1.5	-	-	-	2
4.5	Постановка задачи размещения выпуска дополнительного ассортимента на оборудовании действующей ХТС и алгоритмы ее решения.	8	-	0.5	-	1.5	-	2	-	4
5.	Раздел 5. Методы и алгоритмы решения задач моделирования и синтеза гибких химико-технологических систем	10	-	2	-	2	-	-	-	6
5.1	Методы синтеза сложных химико-технологических систем	4	-	1	-	-	-	-	-	3
5.2	Алгоритмы решения дискретно-непрерывных нелинейных задач синтеза гибких ХТС и организации выпуска ассортимента	6	-	1	-	2	-	-	-	3
	ИТОГО	108	-	16	-	16	-	16	-	60

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Подходы к созданию гибких химических производств

1.1. Способы организации гибких химических производств: периодические, полунепрерывные. Классификация химико-технологических систем. Специфика периодических процессов, их отличия от непрерывных. Понятие технологической операции, технологической стадии, модуля, блока, ХТС. Многоассортиментные химико-технологические системы: индивидуальные, совмещенные, гибкие.

1.2. Типовая структура ГАПС в химической технологии. Основные подсистемы ГАПС: химико-технологическая, транспортная, складская, информационно-управляющая. Модульный принцип организации аппаратурного оформления ГАПС.

Раздел 2. Теоретические основы моделирования гибких химических производств модульного типа

2.1. Гибкая ХТС как объект моделирования. Виды математических моделей, методы моделирования дискретно-непрерывных систем. Иерархическая структура моделей гибкой ХТС.

2.2. Моделирование типовых операций и одностадийных периодических процессов, реализуемых в емкостном оборудовании. Основные и вспомогательные технологические операции. Модели вспомогательных операций в аппаратурных модулях периодического действия: загрузки и выгрузки реагентов и перемещения реакционной массы. Моделирование операций нагревания (охлаждения) при постоянной и переменной температуре теплоносителя. Моделирование процессов перемешивания в гомогенных средах. Модели химических реакций с использованием уравнений формальной кинетики и тепловых процессов в периодических реакторах.

2.3. Моделирование одностадийных химико-технологических процессов в аппаратурных модулях периодического действия в индивидуальных, совмещенных и гибких ХТС. Задача о назначении технологических стадий и их аппаратурного оформления с учетом специфики создания совмещенных и гибких химических производств. Методы совмещения химико-технологических процессов. Формирование составов типовых технологических и аппаратурных модулей для реализации выпуска многоассортиментной продукции. Определение длительностей технологических циклов и построение временных диаграмм. Расчеты размеров основного и вспомогательного оборудования в аппаратурных модулях и выбор общего оборудования для реализации технологических стадий. Исследование изменения длительностей технологических циклов от размеров партий (порций) продуктов, перерабатываемых в модулях периодического действия.

2.4. Подходы, методы и модели формирования блочно-модульных структур гибких ХТС. Методы формирования аппаратурно-технологических блоков, формирования принципиальных структур ХТС. Особенности организации взаимодействия блоков.

Раздел 3. Математическое моделирование индивидуальных, совмещенных и гибких химических производств.

3.1. Математические постановки задач расчета индивидуальных, совмещенных и гибких схем: определение размеров оборудования ХТС заданной структуры, исследование технологических структур ХТС, соотношения для расчета согласующих емкостей в ХТС блочно-модульного типа.

3.2. Определение времени выпуска многоассортиментной продукции при различных способах наработки ассортимента: для схем, состоящих из аппаратов периодического действия с непосредственным взаимодействием стадий; для структур с

параллельными аппаратами на стадиях; для схем с промежуточными согласующими емкостями, циклического выпуска ассортимента.

Раздел 4. Синтез индивидуальных и гибких химико-технологических систем в условиях полной определенности информации

4.1. Структурный и структурно-параметрический синтез. Обобщенный подход к синтезу многоассортиментных ХТС: основные этапы, задачи, результаты.

4.2. Постановки задач синтеза индивидуальной химико-технологической системы как задач оптимизации, включающей аппараты периодического и полунепрерывного действия и согласующие емкости, при ограничении на срок выпуска.

4.3. Постановки задач синтеза квазиоптимальных структур совмещенных и гибких химико-технологических систем: критерии оптимизации, ограничения. Алгоритмы решения задач структурного синтеза ХТС с согласующими ёмкостями и параллельными аппаратами.

4.4. Синтез гибких ХТС при выпуске ассортимента группами. Постановки задач классификации ассортимента на группы выпуска и методы их решения: теоретико-множественный, матричный. Сетевые модели выпуска ассортимента группами и формирование ограничений на срок выпуска продуктов группами. Постановки задач синтеза гибких ХТС при выпуске ассортимента группами постоянного состава как задач оптимизации.

4.5. Постановка задачи размещения выпуска дополнительного ассортимента на оборудовании действующей ХТС и алгоритмы ее решения.

Раздел 5. Методы и алгоритмы решения задач моделирования и синтеза гибких химико-технологических систем

5.1. Методы синтеза сложных химико-технологических систем: декомпозиционный, эвристический, эволюционный.

5.2. Алгоритмы решения дискретно-непрерывных нелинейных задач синтеза гибких ХТС и организации выпуска ассортимента: метод полного перебора, методы локального поиска, эвристические методы.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
	Знать:					
1	- основные понятия и определения в области создания гибких автоматизированных производственных систем в химической технологии (понятия технологического и аппаратурного модуля, блока, технологической и организационной структур гибких химико-технологических систем);	+	+	+		
2	– модели основных и вспомогательных операций и стадий в аппаратурных модулях периодического действия;		+			
3	- способы организации выпуска многоассортиментной химической продукции на оборудовании совмещенной и гибкой ХТС (последовательно, циклически, группами);			+	+	
4	- модели индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем с различными способами организации выпуска многоассортиментной продукции и модели размещения продуктов дополнительного ассортимента на оборудовании действующей ХТС;			+	+	
5	- основные методы и алгоритмы решения задач синтеза индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем в детерминированных условиях;			+	+	+
6	- основные методы классификации ассортимента продукции на группы совместного выпуска на гибкой химико-технологической системе.				+	
	Уметь:					
7	- проводить расчеты по моделированию типовых процессов в аппаратурных модулях периодического действия;		+			
8	- строить временные диаграммы функционирования аппаратурных модулей, блоков, индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем при различных способах наработки продуктов ассортимента;		+	+	+	
9	- решать типовые задачи моделирования и синтеза индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем в детерминированных условиях и размещения дополнительного ассортимента на оборудовании синтезированной или действующей ХТС;			+	+	+
10	- проводить классификацию продуктов ассортимента на возможные группы совместного выпуска с использованием теоретико-множественных и матричных методов.				+	
	Владеть:					

11	- навыками использования блочно-модульного подхода к формированию принципиальных структур индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем;		+	+	+	
12	– навыками использования специализированного программного обеспечения для решения задач моделирования и синтеза индивидуальных, совмещенных, гибких химико-технологических систем и размещения продуктов дополнительного ассортимента для действующих, реконструируемых и модернизируемых предприятий малотоннажной химической и смежных отраслей промышленности.....		+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:						
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК				
13	– ПК-1. Способен обеспечивать проведение технологического процесса в соответствии с регламентом, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	– ПК-1.1. Знает процессы химической технологии, аппараты и методы их расчета, основные понятия управления технологическими процессами, методы оптимизации химико-технологических процессов, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса	+	+	+	+
14	– ПК-3. Способен моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности	– ПК-3.1. Знает методы идентификации математических описаний энерго- и ресурсосберегающих процессов на основе экспериментальных данных и методы их оптимизации с применением эмпирических и/или физико-химических моделей		+	+	+
15		– ПК-3.2. Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения задач расчета, моделирования и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов		+	+	+

16		– ПК-3.3. Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов, и моделирования, идентификации и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов		+	+	+	+
17	– ПК-4. Способен осуществлять научные исследования в области энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии с использованием информационных компьютерных технологий	– ПК-4.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии и специализированное программное обеспечение для решения научно- исследовательских задач в области энерго- и ресурсосбережения	+	+	+	+	+
18		ПК-4.3. Владеет приемами анализа, обработки, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки и оформления научно-технических отчетов		+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	2.2	Практическое занятие 1. Моделирование одностадийных химико-технологических процессов в аппаратурном модуле периодического действия в составе совмещенной ХТС с использованием эвристических алгоритмов направленного поиска. Расчет размеров основного и вспомогательного оборудования, выбор общего оборудования	3
2	2.3	Практическое занятие 2. Расчеты длительностей операций загрузки/выгрузки, нагревания/охлаждения в аппаратурных модулях периодического действия в совмещенных или гибких ХТС	2.5
3	2.4	Практическое занятие 3. Определение длительностей технологических циклов. Построение временных диаграмм функционирования аппаратурного модуля	0.5
4	3.2	Практическое занятие 4. Построение временных диаграмм для циклического выпуска ассортимента на совмещенной ХТС	2
5	4.1	Практическое занятие 5. Определение параметров совмещенной или гибкой ХТС при ограничениях на размеры стандартного оборудования и плановый срок выпуска	1
6	4.3	Практическое занятие 6. Решение задачи синтеза совмещенной ХТС при ограничениях на коэффициенты заполнения оборудования, поиск размеров партий эвристическими алгоритмами	2
7	4.4	Практическое занятие 7. Решение задачи классификации ассортимента на группы выпуска. Построение сетевых и временных диаграмм	1.5
8	4.5	Практическое занятие 8. Решение задачи размещения дополнительного ассортимента	1.5
9	5.2	Практическое занятие 9 Алгоритмы поиска оптимальных структур ХТС с согласующимися емкостями	2

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Математическое моделирование и методы синтеза гибких химических производств*», а также способствует приобретению практических навыков составления математических моделей гибких химических производств как сложных

иерархических систем с использованием методов декомпозиции на отдельные подсистемы, блоки, модули. А также - практических навыков использования математических моделей химико-технологических процессов и систем для исследования поведения объекта в различных условиях ведения процессов и функционирования гибких автоматизированных производственных систем с использованием средств компьютерной техники.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 58 баллов (максимально от 10 до 13 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости. Общий рейтинг по дисциплине представлен далее в разделе 8.1.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	2.3	Наименование лабораторной работы 1. Моделирование одностадийного химико-технологического процесса в аппаратном модуле периодического действия с использованием комплекса Duration	6
2	3.2	Наименование лабораторной работы 2. Исследование циклического выпуска ассортимента с использованием специализированного программного обеспечения I2S	2
3	3.1	Наименование лабораторной работы 3. Моделирование индивидуальной ХТС периодического и полунепрерывного действия с использованием специализированного программного обеспечения SofCes	4
4	4.3	Наименование лабораторной работы 4. Синтез совмещенной или гибкой ХТС периодического и полунепрерывного действия с использованием специализированного программного обеспечения SofCes	2
5	4.5	Наименование лабораторной работы 5. Размещение третьего продукта на совмещенной ХТС периодического и полунепрерывного действия с использованием специализированного программного обеспечения SofCes	2

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче **зачета** (7 семестр) и лабораторного практикума (7 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине (зачет) складывается из оценок за выполнение двух контрольных работ (максимальная оценка 27 баллов за две работы), лабораторного практикума, включающего 5 лабораторных работ (максимальная оценка 58 баллов за все лабораторные работы) и выполнения теста по теоретическому материалу дисциплины (максимальная оценка 15 баллов).

По дисциплине «Математическое моделирование и методы синтеза гибких химических производств» предусмотрены следующие баллы текущего контроля освоения дисциплины:

- Контрольная работа №1 (раздел 2) – 15 баллов;
- Контрольная работа №2 (раздел 4) – 12 баллов;
- Лабораторная работа №1(раздел 2) – 13 баллов;
- Лабораторная работа №2 (раздел 3) – 10 баллов;
- Лабораторная работа №3 (раздел 3) – 12 баллов;
- Лабораторная работа №4 (раздел 4) – 13 баллов;
- Лабораторная работа №5 (раздел 4) – 10 баллов;
- Тест по теоретическому материалу дисциплины – 15 баллов.

8.1. Примеры контрольных работ для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы. Тематика контрольных работ следующая:

- Контрольная работа №1 «Определение длительности технологических операций химико-технологического процесса»;
- Контрольная работа №2 «Синтез многоассортиментных ХТС».

Раздел 2 Пример контрольной работы № 1 «Определение длительности технологических операций химико-технологического процесса». Контрольная работа содержит 1 задачу из 15 баллов.

Вариант 1(а)

Дано:

Химико-технологический процесс реализуется в аппаратном модуле и включает следующие технологические операции: загрузка сырья и загрузка добавляемого потока при температуре реакции, химическое превращение, охлаждение, выгрузка реакционной массы самотеком через нижний штуцер в аппарат следующей стадии. Модуль предназначен для выпуска двух продуктов. В состав модуля входит основной аппарат (емкостной, стальной с рубашкой) и два мерника (один - для сырья, другой - для добавляемого потока). Последовательность технологических операций для каждого из продуктов одинакова.

Исходные данные:

- 1) размеры партий: 1-го продукта $q_1^{бых} = [60;150]$ кг; 2-го продукта $q_2^{бых} = [30;100]$ кг;
- 2) плотности входных потоков: 1-го продукта $\rho_1^{вх} = 800$ кг/м³, 2-го продукта $\rho_2^{вх} = 1100$ кг/м³; плотности добавляемых потоков $\rho_1^{доб} = 1050$ кг/м³; $\rho_2^{доб} = 950$ кг/м³;
- 3) коэффициенты заполнения мерников и аппаратов: верхний $\bar{\varphi} = 0,9$; нижний $\underline{\varphi} = 0,2$;
- 4) расходные коэффициенты добавочных потоков: $s_1^{доб/вых} = 0,25$; $s_2^{доб/вых} = 0,15$;
- 5) стандартные размеры оборудования:

Таблица 1. Стандартный ряд мерников

D, м	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2
H, м	0,3	0,5	0,6	0,8	0,8	0,9	1,0	1,5	1,8
V, м ³	0,0094	0,0353	0,075	0,157	0,226	0,346	0,502	1,177	2,034

Таблица 2. Диаметры штуцеров

d _{шт} , м	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
---------------------	------	------	------	------	------

Таблица 3. Стандартный ряд емкостных аппаратов

V, м ³	0,01	0,025	0,04	0,063	0,1	0,16	0,25	0,4	0,63	1,0
m _{ап} , кг	300	320	360	370	420	460	480	500	600	650

- 6) Отношение диаметра аппарата к высоте : d_{ап} : H_{ап} = 1:2.
- 7) коэффициенты расхода: $\mu_1^{сырья} = 0,7$; $\mu_2^{сырья} = 0,8$; $\mu_1^{доб} = 0,6$; $\mu_2^{доб} = 0,7$;
 $\mu_1^{бых} = \mu_2^{бых} = 0,8$;
- 8) длительности химических реакций: $\tau_1^{х.р.} = 3$ часа, $\tau_2^{х.р.} = 4$ часа;
- 9) Данные для расчета теплообменных операций

операция	Продукт 1		Продукт 2	
	t _п , °C	t _к , °C	t _п , °C	t _к , °C
охлаждение	25	10	50	15

Охлаждающий агент - вода:

$$t = 2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Теплоёмкость аппарата из стали:

$$C_{реакт} = C_{сталь} = 485 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$$

Теплоёмкости реакционных масс в аппарате:

$$C_1 = 1800 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K}); C_2 = 1500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$$

Коэффициенты теплопередачи: $K_1 = 500 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$; $K_2 = 480 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$

Расчетная поверхность теплопередачи в выбранном аппарате не должна превышать:

$$F^{т/б} = 1,6 \text{ м}^2$$

Определить:

- постадийные материальные индексы;

- допустимые размеры партий продуктов, поиск вести от минимальных размеров партий $q_1 = 60$ кг, $q_2 = 30$ кг по увеличению;
- требуемые размеры емкостного аппарата и мерников;
- длительности технологических операций загрузки, выгрузки, охлаждения для каждого из продуктов;
- построить временную диаграмму работы аппаратного модуля.

Аналогичное задание на контрольную работу (вариант 1б) выдается другому студенту (напарнику по лабораторной работе). Отличие варианта 1б в том, что поиск ведется от максимальных размеров партий продуктов $q_1 = 150$ кг, $q_2 = 100$ кг по уменьшению. В результате получаются разные размеры основного и вспомогательного оборудования, длительности вспомогательных операций. Полученные результаты студенты должны сравнить и сделать выводы.

Раздел 4. Пример контрольной работы № 2 «Синтез многоассортиментных ХТС». Максимальная оценка – 12 баллов. Контрольная работа содержит 1 задание. Приводятся 2 разных типовых варианта заданий. Студентам выдается один из двух типовых вариантов.

Вариант 1. Структурный синтез ХТС с согласующимися емкостями

Задана следующая структура взаимодействия передающей (j) и принимающей ($j+1$) стадий через согласующую емкость, длительности стадий и объемы потоков:

Стадия	j	$j+1$
Количество аппаратов, N	2	1
Длительности стадий, τ , час		
Продукт 1	6	8
Продукт 2	9	5
Продукт 3	3	7
Объемы потоков:	Выходящих со стадии j , $v_j^{вых}$, м ³	Поступающих на стадию $j+1$, v_{j+1}^{ex} , м ³
Продукт 1	20	30
Продукт 2	60	15
Продукт 3	45	60

1. Требуется построить схему взаимодействия стадий;
2. Определить необходимость использования емкостей для каждого продукта и требуемые размеры емкостей;
3. Выбрать общие емкости из стандартного ряда:
 $V'_{st,j} = [3, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 30, 50, 80, 100]$ м³
(коэффициенты заполнения в емкости не учитывать);
4. Построить временные диаграммы функционирования стадий через согласующую емкость с учетом их выбранных размеров для каждого продукта;

Вариант № 11. Синтез многоассортиментной ХТС периодического действия

Задана многопродуктовая 4^х стадийная совмещенная ХТС для выпуска 2^х продуктов в количестве $PR_1 = 1000$ кг, $PR_2 = 2000$ кг за плановый срок $T_{пл} = 1000$ час.

Диапазоны размеров партий $q_1 = [60 \div 750]$ кг, $q_2 = [50 \div 600]$ кг.

Исходная структура включает по одному аппарату на стадии.

Заданы:

1) Соотношения потоков:

$$S_{ij}^{вх/вых} = \begin{bmatrix} 0,3 & 0,6 & 0,8 & 0,3 \\ 0,8 & 0,5 & 0,75 & 0,5 \end{bmatrix}, S_{ij}^{доб/вых} = \begin{bmatrix} 0,7 & 0,4 & 0,2 & 0,7 \\ 0,2 & 0,5 & 0,25 & 0,5 \end{bmatrix}.$$

2) Плотности потоков, кг/м³:

$$\rho_{i,j}^{вх} = \begin{bmatrix} 1100 & 1050 & 1090 & 1150 \\ 1200 & 1100 & 1130 & 1150 \end{bmatrix}, \rho_{i,j}^{доб} = \begin{bmatrix} 1200 & 950 & 1100 & 1000 \\ 1000 & 950 & 1200 & 1000 \end{bmatrix}.$$

3) Нижние и верхние коэффициенты заполнения для всех аппаратов и продуктов одинаковы и равны: $\underline{\varphi}_{ij} = 0,1$; $\overline{\varphi}_{ij} = 0,9$ ($i = \overline{1,2}$; $j = \overline{1,4}$).

4) Стандартные размеры аппаратов на стадиях, м³:

$$V_j^{st} = \begin{bmatrix} 0,1 & 0,2 & 0,3 & 0,4 & 0,5 \\ 0,4 & 0,5 & 0,84 & 1,0 & 1,25 \\ 0,1 & 0,165 & 0,37 & 0,69 & 1,0 \\ 0,056 & 0,102 & 0,152 & 0,303 & 0,72 \end{bmatrix}.$$

5) Длительности стадий, τ_{ij} , заданы для минимальных размеров партий, час:

$$\tau_{ij} = \begin{bmatrix} 7 & 8 & 4 & 10 \\ 12 & 6 & 8 & 5 \end{bmatrix}.$$

6) Длительности промывок при переходе с продукта на продукт:

$$\theta_{j12} = \theta_{j21} = 15 \text{ час } (j = \overline{1,4})$$

Требуется:

- 1) Определить фактическое время наработки ассортимента при последовательном выпуске продуктов в полном объеме для минимальных и максимальных размеров партий, и при необходимости скорректировать размеры партий пропорционально заданным производительностям.
- 2) Определить плотности выходных потоков на стадиях и постадийные материальные индексы.
- 3) Определить требуемые объемы аппаратов на стадиях для выпуска многоассортиментной продукции для заданных или скорректированных граничных условий, исходя из планового срока выпуска (если имела место корректировка).
- 4) Подобрать стандартное оборудование. Рассчитать реальные коэффициенты заполнения для каждого из продуктов.
- 5) Для одного из вариантов построить временную диаграмму выпуска ассортимента последовательно в полном объеме.

8.2. Примеры вариантов лабораторных работ для текущего контроля знаний по дисциплине

Предусмотрено выполнение 4 взаимосвязанных лабораторных работы 1, 3-5 и лабораторной работы 2 по циклическому выпуску ассортимента:

- Лабораторная работа №1. Моделирование одностадийного химико-технологического процесса в аппаратном модуле периодического действия с использованием программного комплекса Duration;
- Лабораторная работа № 2. Исследование циклического выпуска ассортимента с использованием специализированного программного обеспечения I2S
- Лабораторная работа №3. Моделирование индивидуальной ХТС периодического и полунепрерывного действия с использованием специализированного программного обеспечения SofCes;
- Лабораторная работа №4. Синтез совмещенной или гибкой ХТС периодического и полунепрерывного действия с использованием специализированного программного обеспечения SofCes;
- Лабораторная работа №5. Размещение третьего продукта на совмещенной ХТС периодического и полунепрерывного действия с использованием специализированного программного обеспечения SofCes.

Лабораторные работы выполняются в подгруппах из двух человек. Первая лабораторная работа выполняется на основе вариантов контрольной работы (пример – вариант 1а и аналог 1б).

Лабораторная работа №1 «Моделирование одностадийного химико-технологического процесса в аппаратном модуле периодического действия с использованием программного комплекса Duration».

Вариант 1

Дано:

Химико-технологический процесс реализуется в аппаратном модуле и включает следующие технологические операции: загрузка сырья и загрузка добавляемого потока, самонагревание до температуры реакции, химическое превращение, охлаждение, выгрузка реакционной массы самотеком через нижний штуцер в аппарат следующей стадии. Модуль предназначен для выпуска двух продуктов. В состав модуля входит основной аппарат (емкостной, стальной с рубашкой) и два мерника (один - для сырья (входной поток), другой - для добавляемого потока). Последовательность технологических операций для каждого из продуктов одинакова.

Исходные данные:

- 1) размеры партий: 1-го продукта $q_1^{вых} = [60;150]$, кг; 2-го продукта $q_2^{вых} = [30;100]$, кг;
- 2) плотности входных потоков: 1-го продукта $\rho_1^{вх} = 800$ кг/м³, 2-го продукта $\rho_2^{вх} = 1100$ кг/м³; плотности добавляемых потоков $\rho_1^{доб} = 1050$ кг/м³; $\rho_2^{доб} = 950$ кг/м³;
- 3) коэффициенты заполнения мерников и аппаратов: верхний $\bar{\varphi} = 0,9$; нижний $\underline{\varphi} = 0,2$;
- 4) расходные коэффициенты добавочных потоков: $s_1^{доб/вых} = 0,25$; $s_2^{доб/вых} = 0,15$;
- 5) стандартные размеры оборудования:

Таблица 1. Стандартный ряд мерников

D, м	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2
H, м	0,3	0,5	0,6	0,8	0,8	0,9	1,0	1,5	1,8
V, м ³	0,0094	0,0353	0,075	0,157	0,226	0,346	0,502	1,177	2,034

Таблица 2. Диаметры штуцеров

$d_{ш}, м$	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
------------	------	------	------	------	------

Таблица 3. Стандартный ряд емкостных аппаратов

V, м ³	0,01	0,025	0,04	0,063	0,1	0,16	0,25	0,4	0,63	1,0
m _{ап} , кг	300	320	360	370	420	460	480	500	600	650

6) Отношение диаметра аппарата к высоте : $d_{ап} : H_{ап} = 1:2$.

7) коэффициенты расхода: $\mu_1^{сырья} = 0,7$; $\mu_2^{сырья} = 0,8$; $\mu_1^{доб} = 0,6$; $\mu_2^{доб} = 0,7$;
 $\mu_1^{вых} = \mu_2^{вых} = 0,8$;

8) длительности химических реакций: $\tau_1^{x.p.} = 3$ часа, $\tau_2^{x.p.} = 4$ часа;

9) Данные для расчета теплообменных операций

операция	Продукт 1		Продукт 2	
	t _p , °C	t _к , °C	t _p , °C	t _к , °C
охлаждение	25	10	50	15

Охлаждающий агент - вода:

$$t = 2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Теплоёмкость аппарата из стали:

$$C_{реакт} = C_{сталь} = 485 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$$

Теплоёмкости реакционных масс в аппарате:

$$C_1 = 1800 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K}); C_2 = 1500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$$

Коэффициенты теплопередачи: $K_1 = 500 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$; $K_2 = 480 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$

Расчетная поверхность теплопередачи в выбранном аппарате не должна превышать:

$$F^{т/б} = 1,6 \text{ м}^2$$

Длительность самонагрева перед химической реакцией:

$$\tau_1^{нагр} = 5 \text{ мин}, \quad \tau_2^{нагр} = 10 \text{ мин.}$$

Требуются выполнить:

- 1) С использованием программы для подбора оборудования в составе аппаратного модуля и расчета длительностей технологических операций - Duration, определить все допустимые размеры емкостного аппарата и мерников и допустимые размеры партий продуктов. Поиск вести от минимальных размеров партий $q_1 = 60$ кг, $q_2 = 30$ кг (по увеличению и уменьшению) и от максимальных размеров партий $q_1 = 150$ кг, $q_2 = 100$ кг (по уменьшению и увеличению). Полученные результаты расчетов сохранить в протоколы и на их основе сформировать таблицы (см. в примере типового отчета или в требованиях к отчету);
- 2) С использованием программы Duration, определить длительности технологических операций загрузки, выгрузки, охлаждения и длительности технологических циклов работы аппаратного модуля для каждого продукта. Основные результаты внести в таблицы;
- 3) Сравнить полученные в п. 1) и п. 2) результаты машинных расчетов с результатами ручных расчетов, выполненных в контрольной работе;
- 4) По заданию преподавателя проверить ручным расчетом некоторые значения машинного расчета по выбору оборудования и расчету длительностей технологических циклов;
- 5) Сделать выводы по работе.

Лабораторная работа № 2 «Исследование циклического выпуска ассортимента с использованием специализированного программного обеспечения I2S»

Вариант №1

1. С использованием программного приложения определить лучшие последовательности выпуска ассортимента по общему времени наработки и времени простоев оборудования.

Продукты выпускаются по одной партии.

Длительности обработки каждого продукта (i) на конкретном аппарате (j) τ_{ji} , час:

j \ i	1	2	3	4
1	2	1	2	2
2	1	1	3	3
3	2	2	1	2
4	3	3	3	1
5	2	5	3	3

Длительности переналадок аппаратов с производства одного продукта на другой $\theta_{j(i-1)i}$, где i – номер продукта, а j – номер аппарата, час:

Продукты	$\theta_{1(i-1)i}$				$\theta_{2(i-1)i}$				$\theta_{3(i-1)i}$			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	0	1	2	1	0	1	2	4	0	1	1	2
2	2	0	3	2	2	0	1	1	3	0	1	1
3	1	2	0	3	2	1	0	2	2	1	0	1
4	1	3	2	0	2	3	1	0	3	1	1	0
Продукты	$\theta_{4(i-1)i}$				$\theta_{5(i-1)i}$							
	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	0	2	1	1	0	2	1	2				
2	3	0	2	2	1	0	1	2				
3	2	2	0	2	2	2	0	2				
4	2	1	2	0	1	1	3	0				

2. Для всех последовательностей выпуска ассортимента построить графические зависимости. Ручным расчетом проверить правильность машинного расчета не менее, чем для трех последовательностей (по заданию преподавателя).

3. Для одной последовательности (по заданию преподавателя) построить временную диаграмму вручную.

Задание на лабораторную работу 3

«Синтез индивидуальной ХТС периодического и полунепрерывного действия с использованием специализированного программного обеспечения SofCes»

Вариант 1

Разработка оптимальной схемы производства 15 т/год п-циклогексилацетофенола (производство тетриндола)

Задание на работу:

1. Изучить фрагмент технологического регламента получения продукта (см далее стадии ТП-2.1-ТП-2.3).
2. Представить технологические стадии процесса в виде последовательности технологических операций.

3. Составить уравнения пооперационного и постадийного материального баланса. Подготовить исходные данные для машинного расчета (соотношения потоков, плотности потоков, длительности стадий).
4. Записать математическую постановку задачи синтеза оптимального варианта ХТС.
5. Определить диапазон размера партии продукта, рассчитать характеристический размер технологических аппаратов из стандартных рядов (т.е. выполнить ручной расчет одного из допустимых вариантов схемы (по заданию преподавателя)).
6. Построить временной график работы технологического оборудования и определить продолжительность цикла ХТС.
7. Рассчитать капитальные затраты на оборудование ХТС. Вычислить коэффициент использования технологического оборудования, оценить эффективность работы основных аппаратов ХТС. Использовать пути интенсификации схемных решений.
8. Синтезировать оптимальный вариант многостадийной однопродуктовой ХТС, используя прикладное программное обеспечение комплекса «SoF CES».
9. Сравнить результаты машинного и ручного расчетов. Сделать выводы.

Технологический регламент процесса получения продукта

ТП-2.1. Получение алюминиевого комплекса п-циклогексилацетофенола

П-циклогексилацетофенол получают ацелированием циклогексилбензола уксусным ангидридом в присутствии хлористого алюминия (безводного в хлористом метиле). Процесс проводят при соотношении компонентов циклогексилбензол:алюминий хлористый:уксусный ангидрид 1:2,26:1,3.

При проведении реакции следует строго соблюдать порядок загрузки реагентов, так как нарушения порядка ведет к ухудшению качества выхода п-циклогексилацетофенона. Прибавление хлористого алюминия следует проводить к охлажденному хлористому метилу: при загрузке при комнатной температуре продукт получается более окрашенным.

Реакция экзотермична, при проведении реакции необходимо хорошее наружное охлаждение.

В аппарат Р-23 из мерника М-26 загружают товарный хлористый метилен и отгон со стадии ТП-3. Массу охлаждают до температуры -6°C , и из мерника М-25 загружают уксусный ангидрид с такой скоростью, чтобы температура в реакционной массе не поднималась выше -1°C . Прибавление уксусного ангидрида проходит со скоростью 0,79 кг/ч за 1 час 30 минут. Дают выдержку 15 минут при температуре -3°C и добавляют из мерника М-28 циклогексилбензол со скоростью 1,44 кг/ч, поддерживая температуру -3°C . Затем выдерживают при этой температуре. Реакционную массу выгружают в сборник СБ-29 и передают на ТП-2.2а.

ТП-2.2а. Разложение алюминиевого комплекса п-циклогексилацетофенона

В аппарат Р-30 загружают из мерника М-31 соляную кислоту и при перемешивании из сборника СБ-29 прибавляют хлористометиленовый раствор алюминиевого комплекса со скоростью 16,3 кг/ч, чтобы температура в массе не поднималась выше 180°C . После окончания разложения алюминиевого комплекса соляной кислотой, охлаждение прекращают, реакционную массу передают в мерник.

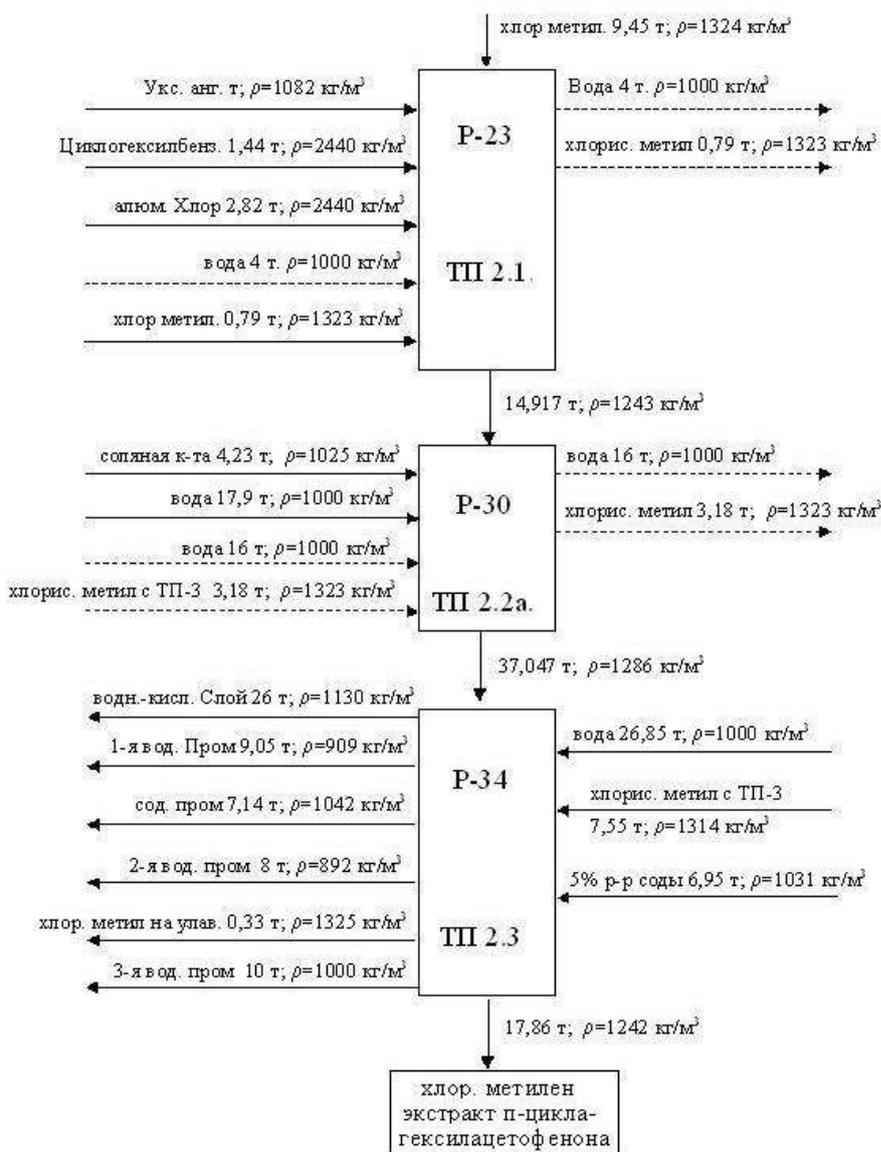
ТП-2.3. Экстракция п-циклогексилацетофенона хлористым метиленом

Реакционную массу из мерника М-32 передают на делительную воронку Р-34 и дают массе отстояться в течение 10 минут для разделения слоев. Нижний хлористометиленовый слой, содержащий циклогексилацетофенон и кислотные примеси, сливают в сборник СБ-38. К верхнему водному слою, содержащему остатки циклогексилацетофенона, загружают хлористый метилен и отгон со стадии ТП-3, перемешивают в течение от 3 до 5 минут, дают массе отстояться в течение 10 минут для разделения слоев. Нижний хлористометиленовый слой сливают в сборник СБ-38. Экстракцию

циклогексилацетофенона из водного слоя повторяют еще раз для извлечения продукта. Верхний – кислый слой после разложения алюминиевого комплекса собирают в сборник СБ-35. Объединенные хлористо-метиленовые экстракты с помощью вакуума загружают в делительную воронку Р-34 из сборника СБ-38, а из мерника М-19 загружают воду, перемешивают 5 – 7 минут, дают отстояться в течение 10 минут для разделения слоев. Нижний слой выгружают в сборник СБ-38, верхний - сборник СБ-36.

Для промывки хлористо-метиленового экстракта от кислоты из сборника СБ-38 с помощью вакуума загружают в делительную воронку Р-34 и из мерника М-21 - раствор соды. Перемешивают в течение 7 минут. Дают отстояться в течение 10 минут для разделения слоев. Нижний хлористо-метиленовый слой сливают в сборник СБ-38, верхний - собирают в сборник СБ-37.

Потоковая схема



Хлористометиленовый экстракт с помощью вакуума загружают в делительную воронку Р-34 и из мерника М-19 загружают воду. Перемешивают в течение 5 – 7 минут, дают массе отстояться в течение 10 минут для разделения слоев. Хлористометиленовый слой сливают в сборник СБ-38. Водную промывку повторяют еще раз. Верхний водный слой сливают в сборник СБ-30, хлористометиленовый слой собирают в сборник СБ-38 и направляют на ТП-3.

**Материальный баланс
ТП-2.1**

Приход				Расход			
Компонент	ρ кг/м ³	т	м ³	Компонент	ρ кг/м ³	т	м ³
Хлористый метилен	1324	9,45	7,14	Реакционная масса	1243	14,917	12,0
Циклогексилбензол	2440	1,44	0,59				
Уксусный ангидрид	1082	1,2	1,11				
Хлористый алюминий	2440	2,82	1,16				
Σ		14,917	10,94	Σ	1243	14,917	12,0
Хлористый метилен	1323	0,79	0,60	Хлористый метилен	1323	0,79	0,60
Вода	1000	4	4	Вода	1000	4	4
Σ		4,79		Σ		4,79	

ТП-2.2 а

Приход				Расход			
Компонент	ρ кг/м ³	т	м ³	Компонент	ρ кг/м ³	т	м ³
Реакционная масса	1243	14,917	12,0	Реакционная масса	1286	37,047	28,81
соляная кислота	1025	4,23	4,1				
вода	1000	17,9	17,9				
Σ		37,047	34	Σ	1286	37,047	28,81
Хлористый метилен	1323	3,18	2,40	Хлористый метилен	1323	3,18	2,40
Вода	1000	16	16	Вода	1000	16	16
Σ				Σ			

ТП-2.3

Приход				Расход			
Компонент	ρ кг/м ³	т	м ³	Компонент	ρ кг/м ³	т	м ³
реакционная масса	1286	37,047	26,48	в-кислый слой	1130	26	23,01
хлористый метилен	1314	7,55	5,75	хлорметилен ул.	1325	0,33	0,25
				Хлор-метилен экстракт п-циклагексилацетофенона	1242	17,86	14,38
Σ		44,6		Σ		44,2	
Вода на промывку	1000	26,85	26,85	1 вода промыв.	909	9,05	9,96
				2 вода промыв.	892	8	8,97
				3 вода промыв.	1000	10	10
сода 5%	1031	6,95	6,74	сода пром.	1042	7,14	8,97

**Задание на лабораторную работу 4
«Синтез совмещенной или гибкой ХТС периодического и полунепрерывного действия с использованием специализированного программного обеспечения SofCes»**

Вариант 1

Разработать оптимальную схему *производства 15 т/год тетриндола и 10 т/год арбидола*.

Технологический регламент для производства 1 продукта (тетриндола) см. в лабораторной работе №3.

Задание на работу

1. Изучить технологические регламенты получения продуктов.
2. Подготовить информацию по технологическим процессам и аппаратуре для машинного расчета многопродуктовой ХТС. Необходимые данные взять из технологических регламентов.
3. Синтезировать допустимые варианты многопродуктовой ХТС и выбрать оптимальный, используя прикладное программное обеспечение комплекса «SoF CES». Представить в отчете алгоритм синтеза, стратегию поиска допустимых и оптимального варианта.
4. Сравнить результаты машинного и ручного расчетов. Сделать выводы.
5. Построить временные графики (диаграмма Гантта) производства продуктов. Сформулировать математическую постановку задачи синтеза многопродуктовой ХТС с фиксированной структурой.

Технологический регламент процесса получения второго продукта (арбидола)

ТП-3.1. Проведение реакции ацилирования

«Ацетоксииндол» получают ацилированием димекарбина уксусным ангидридом при 138-140 °С – температуре кипения уксусного ангидрида. На 1 моль димекарбина расходуют 1,6 моля уксусного ангидрида, т.е. последний является не только ацилирующим агентом, но и растворителем.

В аппарат Р-1 через люк загружают димекарбин и из мерника М-2 уксусный ангидрид. При включенной мешалке массу нагревают до 138-140 °С (температура в рубашке 145±2°С). Нагревание продолжают до остаточного содержания исходного димекарбина не более 2%. На это требуется 1 час. Увеличение времени нагревания усиливает осмос продукта и снижает выход.

По окончании реакции обогрев отключают, реакционная масса самопроизвольно охлаждают до 90±1 °С, мешалку отключают и раствор направляют на Т.П.-3.2.

Т.П.-3.2. Выделение ацетоксииндола

В аппарат Р-4 из мерника М-7 загружают воду и при включенной мешалке пуском в рубашку пара нагревают ее до 80±1 °С. В течение 30 минут со скоростью 4,0 кг/ч прибавляют уксуснокислый раствор ацетоксииндола. При этом ацетоксииндол выпадает в осадок. Использование воды при высаливании приводит к образованию крупногранулированного осадка, что затрудняет его выгрузку и промывку. Повышение температуры воды вызывает вскипание реакционной массы. Массу охлаждают до 21±1 °С пуском воды в рубашку аппарата, выдерживают 30 минут и суспензию фильтруют.

Т.П.-3.3. Фильтрация и промывка ацетоксииндола

Ацетоксииндол фильтруют на емкостном фильтре Ф-8 при остаточном давлении 45-50 кПа. Фильтрующий материал бязь. Осадок на фильтре промывают из мерника М-7 через аппарат Р-4 водой до рН 7 и отжимают.

Маточник передают в сборник Сб-9 и направляют на регенерацию уксусной кислоты. Промывные воды собирают в сборник Сб-10 и направляют на обезвреживание.

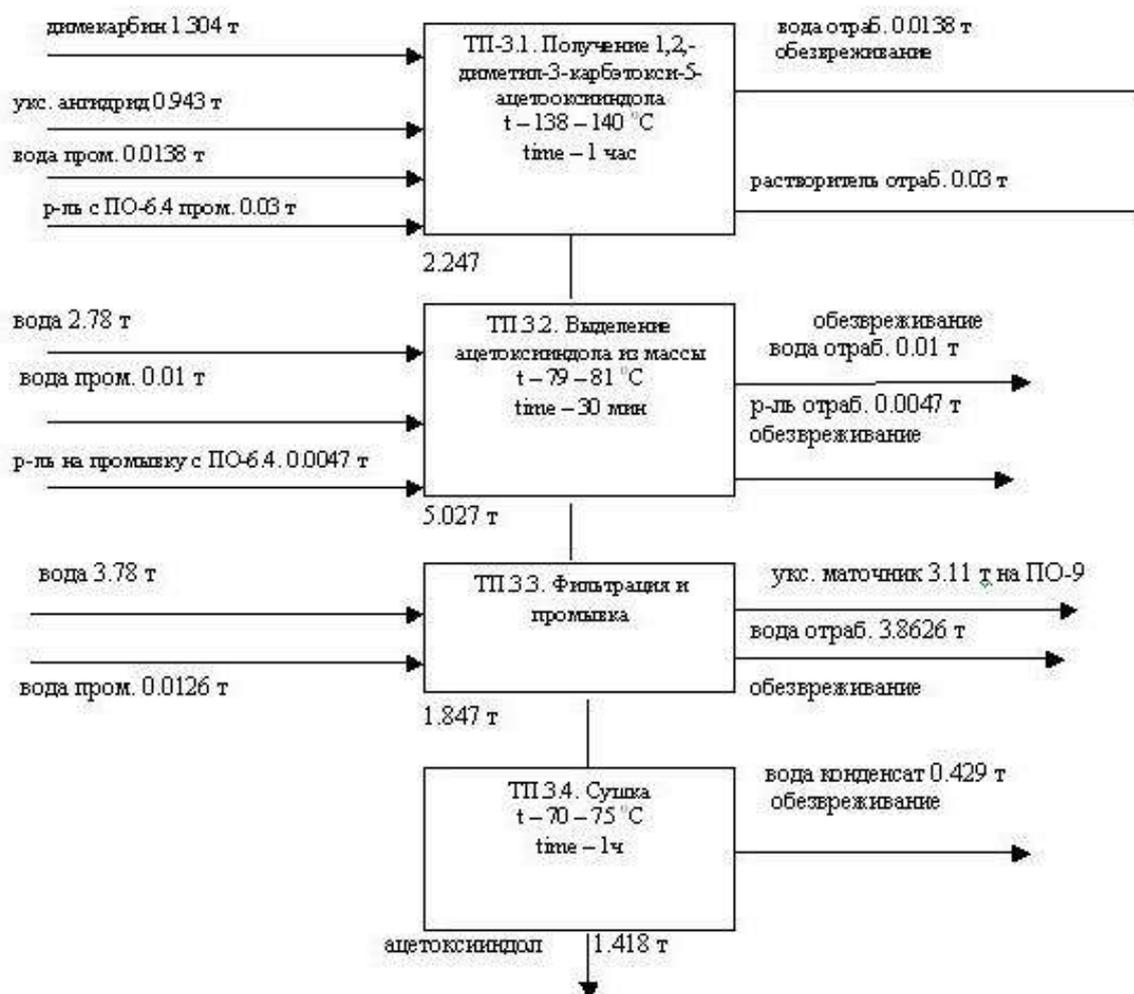
Т.П.-3.4 Сушка ацетоксииндола.

Пасту ацетоксииндола с начальной влажностью 10-15% передают в роторно-вакуумную сушилку барабанного типа Сш-11. Продукт высушивают при остаточном давлении менее 30 кПа и температуре 65 ± 3 °С в течение 1 часа до остаточной влажности 0,1%.

Материальные потоки по стадиям

№ стадии	Аппарат	Реагент	Вход на стадию			Выход со стадии		
			м, т	V, м ³	p, кг/м ³	м, т	V, м ³	p, кг/м ³
ТП-3.1	Р-1	Димекарбин	1,304		163			
		Уксусный ангидрид	0,941		1068			
		РМ на ТП-3.2				2,245		253
Итого			2,245 т			2,245 т		
ТП-3.2	Р-4	РМ с ТП-3.1	2,245		253			
		Вода	2,78	2,78	1000			
		РМ на ТП-3.3				5,025		432
Итого			5,025 т			5,025 т		
ТП-3.3	Ф-8	РМ на ТП-3.3	5,025		432			
		Вода промывная	0,0126	0,126	1000			
		Вода	3,78	3,78	1000			
		Маточник				3,11		
		Вода отработанная				3,8626		
		РМ на ТП-3.4					1,845	
Итого			8,8176 т			8,8176 т		
ТП-3.4	Сш	РМ с ТП-3.3	1,845		213			
		Вода-конденсат				0,427		
		Ацетоксииндол				1,418		172
Итого			1,845 т			1,845 т		

Характеристики процессов стадии ТП-3 (получение ацетоксинида)



Задание на лабораторную работу 5

«Размещение третьего продукта на совмещенной ХТС периодического и полунепрерывного действия с использованием специализированного программного обеспечения SofCes»

Вариант 1

На полученной в лабораторной работе №3 схеме производства 15 т/год тетриндола и 10 т/год арбидола разместить производство 12 т/год эмоксипина.

Технологические регламенты для производства 1 и 2 продукта см. в лабораторной работе №3 и №4.

Задание на работу.

1. Изучить технологический регламент получения продукта.
2. Представить технологические стадии процесса в виде последовательности технологических операций.
3. Составить уравнения пооперационного и постадийного материального баланса. Подготовить исходные данные для машинного расчета (соотношения потоков, плотности потоков, длительности стадий).
4. Записать математическую постановку задачи синтеза оптимального варианта химико-технологической системы.

5. Определить диапазон размера партии продукта, рассчитать характеристический размер технологических аппаратов и выбрать аппараты из стандартных рядов (т.е. выполнить ручной расчет одного из допустимых вариантов схемы (по заданию преподавателя)).
 6. Построить временной график работы технологического оборудования и определить продолжительность цикла ХТС.
 7. Сравнить результаты машинного и ручного расчетов. Сделать выводы.
- Требуется разработать оптимальную схему производства 5 т/год эмоксипина, основываясь, на полученной в лабораторной работе №3 схеме производства 6 т/год лидокаина и 8 т/год арбидола.

Технологический регламент процесса получения третьего продукта (эмоксипина)

ТП-3.1. Получение эмоксипина. Эмоксипин получают действием соляной кислоты на 2-этил-6-метил-3-оксипиридин в ацетоне при $47\pm 3^\circ\text{C}$.

В аппарат Р-64 из мерника М-42 загружают ацетон и через люк - перекристаллизованный 2-этил-6-метил-3-оксипиридин со стадии ТП-2. Включают мешалку и обратный холодильник Т-65. Суспензию нагревают при перемешивании до $47\pm 3^\circ\text{C}$ до полного растворения. При уменьшении количества ацетона возможно неполное растворение 2-этил-6-метил-3-оксипиридина. При достижении $47\pm 3^\circ\text{C}$ обогрев отключают и из мерника М-53 прибавляют концентрированную соляную кислоту с таким расходом, чтобы не было интенсивного кипения реакционной массы, влекущего унос хлористого водорода. При прибавлении соляной кислоты температура реакционной массы поднимается на $5\pm 1^\circ\text{C}$ и начинает выпадать осадок эмоксипина.

После прибавления соляной кислоты (всего количества) проверяют рН реакционной массы, который должен быть равен 1. Если рН больше 1 прибавляют еще соляную кислоту, перемешивают реакционную массу и снова проверяют рН. Уменьшение количества соляной кислоты (рН больше 1) приводит к получению некачественного эмоксипина.

После прибавления всего количества соляной кислоты суспензию охлаждают при перемешивании до $20\pm 2^\circ\text{C}$ периодическим пуском воды в рубашку аппарата. При быстром охлаждении суспензии осадок эмоксипина оседает на стенках аппарата, что приводит к потерям продукта.

Для полного выделения эмоксипина суспензию передают в аппарат Р-66, дают охлаждение и выдерживают при $8\pm 2^\circ\text{C}$ в течение 30 минут. Увеличение продолжительности выдержки не приводит к увеличению выхода эмоксипина.

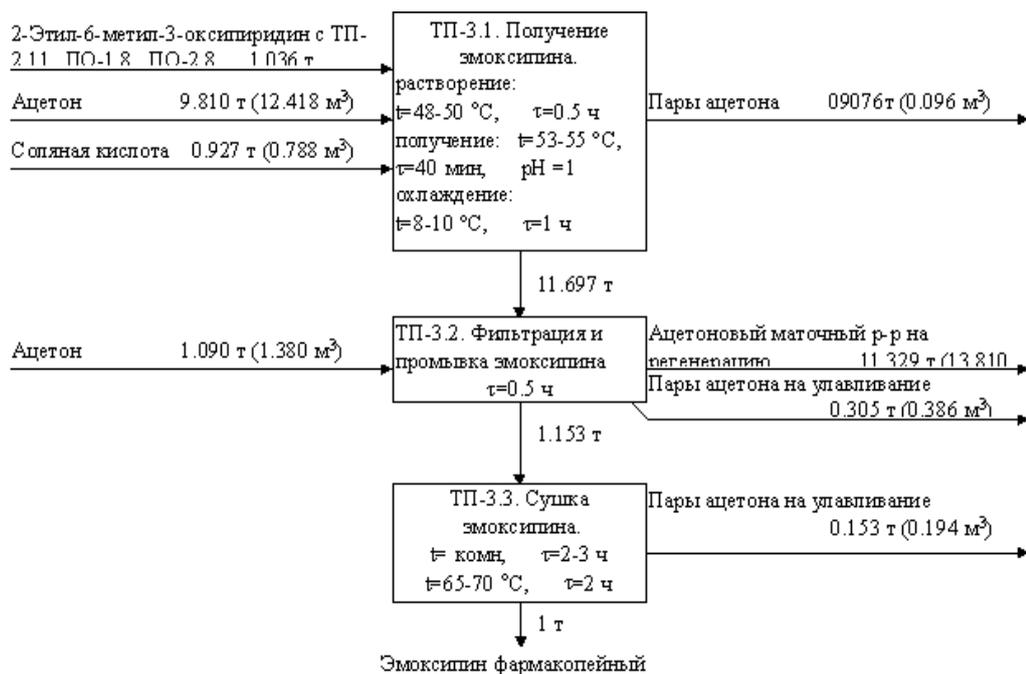
ТП-3.2 Фильтрация и промывка эмоксипина. По окончании выдержки суспензию эмоксипина из аппарата Р-64 переносят на нутч-фильтр Ф-68. Осадок отфильтровывают и промывают на фильтре ацетоном через аппарат Р-64. Полученный эмоксипин передают на стадию сушки в сушилку Сш-70.

Ацетоновый маточный раствор и промывной ацетон передают в сборник Сб-69, откуда направляют на регенерацию ацетона на стадию ПО-2.

ТП-3.3. Сушка эмоксипина. Пасту эмоксипина сушат в вакуум-полочной сушилке Сш-70 типа ПВ 4,5-5,0 НК 01 при $32\pm 3^\circ\text{C}$ и разрежении около 40 кПа до постоянной массы.

Эмоксипин можно также сушить в начале 2-3 часа на воздухе, а затем в калориферной сушилке при $65\pm 5^\circ\text{C}$ до постоянной массы. Сушка на воздухе необходима для получения эмоксипина стандартного по цвету.

Эмоксипин, не отвечающий требованиям ВФС, очищают через натриевую соль.



Материальные потоки по стадиям

№ стадии	Аппарат	Реагент	Вход на стадию			Выход со стадии		
			м, т	V, м ³	ρ , кг/м ³	м, т	V, м ³	ρ , кг/м ³
ТП-3.1(а)	Р-64	РМ с ТП-2.11 (2-этил-6-метил-3-оксипиридин)	0,812	0,838	967			
		2-этил-6-метил-3-оксипиридин с ПО-1.8 и ПО-2.8	0,224	0,232	967			
		Ацетон	9,810	12,418	790			
		Соляная кислота	0,927	0,788	1176			
		Пары ацетона				0,076	0,096	792
		РМ				11,697	1,342	877
Итого			11,773 т			11,773 т		
ТП-3.1(б)	Р-66	РМ с ТП-3.1(а)	11,697	1,342	877			
		РМ				11,697	1,342	877
Итого			11,697 т			11,697 т		
		РМ с ТП-3.1(б)	11,697	1,342	877			

ТП-3.2	Ф-68	Ацетон	1,090	1,380	790			
		Ацетоновый маточный раствор на регенерацию				11,329	12,907	878
		Пары ацетона				0,305	0,386	790
		РМ				1,153	1,429	807
Итого			12,878 т			12,878 т		
ТП-3.3	Сш-70	РМ с ТП-3.2	1,153	1,429	807			
		Пары ацетона на улавливание				0,153	0,194	789
		Эмоксипин (конечный продукт)				1,000	1,235	810
Итого			1,153 т			1,153 т		

8.3 Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля освоения дисциплины, в соответствии с рейтинговой системой – это зачет, создан банк тестовых заданий в системе дистанционного обучения Moodle, размещенный на выделенном сервере кафедры кибернетики химико-технологических процессов (<http://cis.muotr.ru/alk>) и на образовательном портале университета. В общей сложности создан 151 вопрос. Из данного банка тестовых заданий создано 9 тестов самоконтроля по различным разделам дисциплины для подготовки к тесту текущего контроля и тест текущего контроля знаний по теоретическому материалу дисциплины из 15 баллов. Тест текущего контроля формируется случайным образом из всего банка вопросов по всем разделам дисциплины и сдается обучающимся в конце семестра на зачетной неделе.

Пример банка тестовых заданий (по разделу 1) – гибкие автоматизированные производственных системы (ГАПС) и гибкие химико-технологические системы (ГХТС) (тест самоконтроля для самостоятельной подготовки к тесту текущего контроля знаний по теоретическому материалу дисциплины).

Вопрос 1.1

Каковы основные атрибуты ГА ХТС?

1. Малая производительность
2. Изменчивость ассортимента
3. Многопродуктовость
4. Переменная структура
5. Возможность выпуска на едином оборудовании нескольких продуктов
6. Автоматизация процесса проектирования
7. Интеграция всего цикла производства продукции (сырье, производство, склад)
8. Использование средств автоматизации

Вопрос 1.2

На каких уровнях осуществляется управление гибкой автоматизированной производственной системой?

1. отдельный аппарат
2. индивидуальное производство
3. аппаратурная стадия
4. производство
5. склад сырья
6. склад готовой продукции
7. производство всего ассортимента

Вопрос 1.3

Укажите основное назначение роботизированных комплексов:

1. упаковка
2. фасовка продукции
3. загрузка сырья
4. контроль и управление отдельными операциями
5. перенастройка технологической схемы производства продукции

Вопрос 1.4

Укажите специфические признаки гибких химических производств периодического действия:

1. наличие переналадки оборудования
2. промывка (чистка) оборудования
3. дискретность конструктивных параметров
4. различие материальных потоков при производстве продуктов
5. необходимость согласования работы соседних аппаратов
6. избыточность оборудования
7. многостадийность
8. изменчивость ассортимента
9. простои оборудования
10. низкий выход целевого продукта по соотношению к исходному сырью

Вопрос 1.5

Выберите правильные определения:

1. Интегрированная производственная система, ориентированная на многоассортиментную продукцию нефиксированной номенклатуры; она создаётся на основе многофункционального технологического оборудования, средств транспорта и система складов
2. Совокупность взаимосвязанных технологическими потоками и действующих как единое целое аппаратов, в которых осуществляется определённая последовательность технологических операций (подготовка сырья, собственно химическое превращение и выделение целевых продуктов)
3. Непрерывные, дискретно-непрерывные или периодические (дискретные) производства многономенклатурной продукции с часто меняющимся ассортиментом и планом выпуска

- А. ГАПС
Б. ХТС

В. ГАХТС

Вопрос 1.6

В чем преимущество модульного принципа построения гибких химических производств?

1. экономия средств при разработке
2. экономия средств при покупке, монтаже, обслуживании и ремонте
3. взаимозаменяемость оборудования
4. уменьшение количества типов оборудования
5. повышение надежности и эффективности работы

Вопрос 1.7

Выберите правильные сопоставления:

1. модульный принцип организации схем позволяет ...
2. многостадийная ХТС позволяет ...
3. аппаратурный блок позволяет ...

а. реализовать несколько одностадийных химико-технологических процессов на одном аппаратурном оформлении

б. реализовать выпуск одного целевого продукта (полупродукта) в технологическом цикле последовательных ХТП

в. реализовать выпуск одного или нескольких целевых продуктов (полупродуктов) на единой технологической схеме

Вопрос 1.8

В чем заключается основное назначение параметрического синтеза?

1. определение технологических параметров производства
2. поиск конструктивных параметров оборудования
3. определение местоположения согласующих емкостей
4. определение местоположение параллельных аппаратов
5. оптимизация маршрута получения продуктов

Вопрос 1.9

Каково назначение структурного синтеза?

1. определение аппаратурного состава и технологических связей аппаратов при производстве продуктов
2. оценка необходимости использования параллельных аппаратов и определение их местоположения
3. оценка необходимости установки согласующих емкостей, определение их местоположения и размеров
4. определение оптимальных маршрутов получения продуктов
5. определение геометрических размеров оборудования

Вопрос 1.10

Сопоставьте уровни детализации в процессе моделирования и задачи моделирования:

Уровни детализации: 1-структурный, 2-параметрический, 3-содержательный, 4-адекватности, 5-алгоритмический.

Задачи моделирования: а-математическая формулировка задачи, б-проверка адекватности математической модели, в-разработка основных этапов решения задачи, г-формулировка задачи, д-идентификация параметров.

Вопрос 1.11

Непрерывными моделями могут быть:

1. динамические
2. динамические и стохастические
3. детерминированные и стохастические
4. динамические и статические
5. динамические, детерминированные и стохастические

Вопрос 1.12

Примером дискретных детерминированных моделей являются:

1. конечные автоматы
2. вероятностные автоматы
3. интегродифференциальные уравнения

Вопрос 1.13

Расположите в правильной последовательности от низшего уровня к высшему процессную составляющую гибкой химико-технологической системы:

1. многостадийный ХТП
2. технологическая стадия
3. множество одностадийных ХТП
4. индивидуальная производственная ХТС
5. типовая технологическая операция
6. гибкое производство

Вопрос 1.14

Модель технологического аппарата периодического действия формируется из следующих составляющих (выберите правильные):

1. модели смены состояний
2. модели расписания работы аппаратов
3. отображение, ставящего в соответствие множеству типовых технологических операций - множество их моделей
4. отображение, ставящего в соответствие множеству технологических аппаратов множество их моделей
5. модели технологических операций
6. модели взаимодействия аппаратов

Вопрос 1.15

Модель гибкой ХТС формируется из следующих составляющих (выберите правильные):

1. модель расписания работы аппаратов
2. моделей взаимодействия аппаратов
3. моделей технологической структуры
4. моделей организационной структуры ХТС
5. отображение, ставящего в соответствие множеству аппаратов - множество их моделей
6. отображение, ставящего в соответствие индивидуальной (или совмещенной) ХТС - множество их моделей
7. моделей совмещенных ХТС

Тесты формируются случайным образом из общего банка заданий по всем разделам дисциплины.

Пример теста по теоретическому материалу дисциплины

Вопрос 1.

Классифицируйте ХТС в соответствии со следующими классификационными признаками (каждому признаку соответствуют несколько ответов):

- а) по количеству стадий
- б) по типам технологической и организационных структур
- с) по количеству выпускаемой продукции
 1. индивидуальные
 2. многостадийные
 3. полностью совмещенные
 4. дискретно-непрерывные
 5. многоассортиментные
 6. периодические
 7. непрерывные
 8. гибкие
 9. одностадийные
 10. частично совмещенные
 11. совмещенные

Вопрос 2.

В чем различие алгоритма расчета многостадийного производства при использовании соотношений:

1 - G_{ij}^{BX}/G_{ij}^{BYX} ;

2 - G_{ij}^{BX}/q_i ;

3 - $G_{ij}^{BX}/1000$

- а) произвольный порядок расчета аппаратов
- б) расчет осуществляется с последнего аппарата схемы
- с) расчет осуществляется с первого аппарата

Вопрос 3.

Выберите выражения для определения характеристического размера аппарата

1. $\min\{v_j/\overline{\varphi_j}\} \leq V_j$

2. $\max\{v_j/\overline{\varphi_j}\} \leq V_j$

3. $\max\{v_j/\overline{\varphi_j}\} \leq V_j \leq \min\{v_j/\overline{\varphi_j}\}$

4. $\max\{v_j/\overline{\varphi_j}\} \leq V_j \leq \max\{v_j/\overline{\varphi_j}\}$

5. $\min\{v_j/\overline{\varphi_j}\} \leq V_j \leq \min\{v_j/\overline{\varphi_j}\}$

для гибкой технологической схемы при следующих критериях оценки:

- а. затраты на оборудование
- б. максимальная производительность
- в. минимальное время выпуска ассортимента
 1. 1 выражение
 2. 2 выражение
 3. 3 выражение
 4. 4 выражение
 5. 5 выражение

Вопрос 4.

Для наработки ассортимента продукции по одной партии на гибкой схеме с согласующими емкостями выберите соответственно:

1. $\tau_{j,i}^H = \max\{\tau_{j-1,i}^K, (\tau_{j,i-1}^K + \Theta_{j,i-1,i})\}; \quad i = 2 \dots N; \quad j = 2 \dots M$
2. $\tau_{j,i}^K = \tau_{j,i-1}^K + \Theta_{j,i-1,i} + \tau_{j,i}; \quad i = 2 \dots N; \quad j = 2 \dots M$
3. $\tau_{j-1,j}^i = \max\{\tau_{j-1,i}^K, (\tau_{j,i-1}^K + \Theta_{j,i-1,i})\} - \tau_{j-1,i}^K; \quad i = 2 \dots N; \quad j = 2 \dots M$

1. время окончания выпуска заданного продукта на заданном аппарате
2. время хранения реакционной массы заданного продукта в емкости между двумя аппаратами
3. время начала выпуска заданного продукта на заданном аппарате

Вопрос 5.

Выберите правильные комбинации ответов для каждой из производственных ситуаций:

- а) $S = f(Q_i, V_j^z)$
- б) $S = f(Q_i, V_j^{st}, T_{\text{ПЛАН}})$
- в) $S = f(Q_i, q_{\min_j}, q_{\max_j})$

1. для заданного размера партии продукта
2. для заданного диапазона размера партии продукта
3. на нестандартном наборе оборудования
4. для заданной производительности схемы
5. для заданного планового срока выпуска ассортимента
6. на стандартном наборе оборудования

Вопрос 6.

Выберите правильное соотношение для расчета теплового баланса экзотермической реакции в аппарате периодического действия:

1. $\frac{dQ}{dT} = V_r \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_0 - T) - Q_{x.p.} + K \cdot F \cdot (T - T_x)$
2. $\frac{dQ}{dT} = V_r \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_0 - T) - Q_{x.p.} + K \cdot F \cdot (T_x - T)$
3. $\frac{dQ}{dT} = V_r \cdot C_p \cdot (T_0 - T) + K \cdot F \cdot \rho \cdot (T - T_x) - Q_{x.p.}$
4. $\frac{dQ}{dT} = V_r \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T - T_x) + K \cdot F \cdot (T_0 - T) - Q_{x.p.}$

Вопрос 7.

От чего зависит длительность стадии химического превращения для реакции n-го порядка с одинаковыми порядками реакции компонентов в изотермическом реакторе периодического действия:

Выберите один или несколько ответов:

1. от конечной концентрации i-го компонента
2. от константы скорости химической реакции
3. от температуры
4. от степени превращения i-го компонента
5. от начальной концентрации i-го компонента
6. от порядка реакции

Вопрос 8.

Выберите правильные соотношения для расчетов согласующей емкости для индивидуальной схемы:

1. $V_j' \geq \omega_j^{БМХ} \cdot \frac{N_j}{N_{j+1}} \cdot \frac{\tau_{j+1}}{\tau_j}, \tau_j < \tau_{j+1}, i = \overline{1, n}, n' \in N$
2. $\frac{N_j \cdot \omega_j^{БМХ}}{\tau_j} = \frac{N_{j+1} \cdot \omega_{j+1}^{БМХ}}{\tau_{j+1}}$
3. $V_j' \geq \omega_j^{БМХ}, \tau_j > \tau_{j+1}, i = \overline{1, n}, n' \in N$
4. $\max \left\{ \frac{\omega_j}{\varphi_j} \right\} \leq V_j' \leq \min \left\{ \frac{\omega_j}{\varphi_j} \right\}, i = \overline{1, n}, j = 1, \dots, M$
5. $\begin{cases} \max_{i=1, n} \left(\omega_{j+1}^{БМХ} \cdot \frac{N_j}{N_{j+1}} \cdot \frac{\tau_{j+1}}{\tau_j} \right), \tau_j < \tau_{j+1} \\ \max_{j=1, n-n} \omega_j^{БМХ}, \tau_j \geq \tau_{j+1}, n \in N \end{cases}$
6. $V_j' = \max_{i=1, n} \{V_j'\}$

Вопрос 9.

Выберите соответствующее выражение для скорости химической реакции:

1. $-\frac{dc_i}{d\tau} = k \cdot c_1^{n_1} \cdot c_2^{n_2} \cdot \dots \cdot c_i^{n_i}$
 2. $-\frac{dc_i}{d\tau} = k \cdot c_i^{n_i}$
 3. $-\frac{dc_i}{d\tau} = k \cdot c_i$
- а) первого порядка
 б) n-го порядка при $n_i = \text{const}$
 в) n-го порядка при $n_i = \text{var}$

Вопрос 10.

Сколько одностадийных процессов позволяет реализовать аппаратный модуль:

- а) типовой
 - б) гибкий
 - в) индивидуальный
1. один процесс
 2. несколько процессов одного целевого назначения
 3. несколько типовых процессов

Вопрос 11.

Перечислите А - общесистемные принципы создания ГАПС и Б - специфические особенности:

1. гибкость
2. открытость
3. устойчивость
4. модульность
5. целенаправленность
6. управляемость
7. эмерджентность
8. интегрированность
9. иерархичность

Вопрос 12.

Выберите соотношения для определения размеров партий при заданном сроке выпуска:

Выберите один или несколько ответов:

1. $q_{max} = PR$
2. $N_e = \frac{v_{j+1}^{ВХ}}{v_j^{ВЫХ}}$
3. $\frac{PR\tau_l}{q_{min}} \approx T_{ПЛ}$

4. $\frac{s_j \cdot q}{\varphi_{ij}} \leq V_j \leq \frac{s_j \cdot q}{\varphi_{ij}}$
5. $q_{min} = V_{min, M}^{st} \cdot \rho_M \cdot \varphi_M$
6. $q_{max} = V_{max, M}^{st} \cdot \rho_M \cdot \varphi_M$
7. $V_j = sup\{V_j^{st}\}$
8. $\vartheta_{j+1}^{BX} = \frac{\tau_{j+1} \vartheta_{j+1}^{BYX} N_{j+1}}{N_j \tau_{j+1}}$
9. $\frac{\tau_j \vartheta_j^{BYX}}{N_j} = \frac{\tau_{j+1} \vartheta_{j+1}^{BX}}{N_{j+1}}$

Вопрос 13.

Сопоставьте поправочные коэффициенты в выражении для длительности операции загрузки(выгрузки) самотёком с их значением:

1. поправка на неидеальность жидкости
2. произведение 2-х поправочных коэффициентов
3. поправка с учётом конструктивных особенностей штуцера
 - a) коэффициент сжатия ртути
 - b) коэффициент расхода
 - c) коэффициент скорости

Вопрос 14.

Модель гибкой ХТС формируется из следующих составляющих (выберите правильные):

Выберите один или несколько ответов:

- a) моделей технологической структуры
- b) отображение, ставящего в соответствие индивидуальной (или совмещенной) ХТС - множество их моделей
- c) отображение, ставящего в соответствие множеству аппаратов - множество их моделей
- d) моделей совмещенных ХТС
- e) моделей взаимодействия аппаратов
- f) модель расписания работы аппаратов
- g) моделей организационной структуры ХТС

Вопрос 15.

В каких задачах моделирования индивидуальных ХТС возможны структурные изменения:

Выберите один ответ:

- a) на стандартном оборудовании
- b) на нестандартном оборудовании
- c) для заданной производительности схемы
- d) для заданного планового срока выпуска ассортимента

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

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Оптимизация расписания работы многопродуктовых химико-технологических систем. Лабораторный практикум: учеб. пособие / А.Ф. Егоров, Т.В. Савицкая, С.А. Левушкина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. – 118 с.

Б. Дополнительная литература

1. Кафаров В.В., Макаров В.В. Гибкие автоматизированные производственные системы в химической промышленности, М.: Химия, 1990. - 320с.
2. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. - М.: Химия, 1985. – 448с.
3. Савицкая Т.В., Бельков В.П. Математические модели типовых операций и одностадийных периодических процессов: текст лекций / Под ред. профессора А.Ф. Егорова - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2005.- 197 с.
4. Савицкая Т.В., Бельков В.П. Синтез гибких химико-технологических систем (детерминированный и стохастический варианты). Текст лекций / Под ред. профессора А.Ф. Егорова - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2005.– 120 с.
5. Егоров А.Ф. Математическое моделирование и методы синтеза гибких химических производств. Автоматизированный лабораторный комплекс по курсу / А.Ф. Егоров, Т.В. Савицкая, В.П. Бельков, А.В. Горанский; под редакцией профессора А.Ф. Егорова – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, - 2008. – 204 с
6. Егоров А.Ф. Разработка автоматизированных лабораторных комплексов: учеб. пособие/ А.Ф. Егоров, Т.В. Савицкая, С.П. Дударов, А.В. Горанский, В.П. Бельков, И.Б. Шергольд; под общей редакцией профессора А.Ф. Егорова – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, - 2006. – 176 с.
7. Дворецкий С.И., Егоров А.Ф., Дворецкий Д.С. Компьютерное моделирование и оптимизация технологических процессов и оборудования: Учеб. Пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. Гос. Техн. Ун-та, 2003.- 224 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

– Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ, размещенные на сайте Междисциплинарной автоматизированной системы обучения (АСО) (<http://cis.muctr.ru/alk>) и на сайте университета study.muctr.ru

Научно-технические журналы:

- «Программные продукты и системы», ISSN (печатной версии) – 0236-235X, ISSN (онлайновой версии) – 2311-2735;
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN – 0023-110X;
- «Химическая технология», ISSN – 1684-5811;
- «Стандарты и качество», ISSN – 0038-9692;
- «Контроль качества продукции», ISSN – 2541-9900;
- «Теоретические основы химической технологии», ISSN – 0040-3571;
- «Computers and Chemical Engineering» ISSN – 0098-1354;
- «Информационные технологии в проектировании и производстве», ISSN – 2073-2597;
- «Химическое и нефтегазовое машиностроение», ISSN – 023-1126;
- Журнал «ТРИЗ» и другие.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. Каталог оборудования группы компаний ТЭФОС, ООО ТД «Нефтехиммаш КО»

- (Нижний Новгород). [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.tefos.ru (дата обращения: 27.04.2023).
2. Лабораторное оборудование компании «БИОХИМПРО». [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.biohimpro.ru (дата обращения: 27.04.2023).
 3. Официальный дистрибьютор высокотехнологичного оборудования химических процессов от ведущих производителей Китая компания АКІКО. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ooo-akiko.promportal.su/> (дата обращения: 27.04.2023) и другие.

Сайты на актуальные компании производителей и дистрибьюторов лабораторного и промышленного оборудования ежегодно обновляются по материалам международной выставки «Химия» и другие.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

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

- компьютерные классы на 17 посадочных мест с предустановленным базовым программным обеспечением, в том числе с возможностью подключения к сети Интернет.
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины, реализованных в системе дистанционного обучения Moodle (общее число вопросов – 151);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины, реализованных в системе дистанционного обучения Moodle (общее число вопросов – 151).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1 727 628 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Математическое моделирование и методы синтеза гибких химических производств*» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

На кафедре КХТП для проведения занятий по дисциплине имеется 2 учебные аудитории с 17 компьютерами (2 для работы преподавателей, 15 для работы студентов) и 1 выделенный сервер. Все компьютеры имеют доступ к сети Интернет.

Для проведения практических и лабораторных занятий по дисциплине имеются: учебная аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием, имеющая 8 персональных компьютеров, объединенных в локальную сеть с выходом в сеть Интернет, и одно многофункциональное устройство; компьютерный класс, оборудованный 9 компьютерами, объединенными в локальную сеть с выходом в Интернет, и одним принтером.

Кафедра обладает стандартным и специализированным лицензионным программным обеспечением, приведенным в разделе 11.5.

Для реализации информационно-образовательных ресурсов дисциплин вариативной части программы на выделенном сервере кафедры КХТП под управлением Microsoft Windows Server Standart 2008 развернуты веб-сервер apache 2.2.17, Hypertext Preprocessor (php) 5.3.18, система управления базами данных (СУБД) MySQL 5, система дистанционного обучения (СДО) Moodle 2.6.1. Для доступа к Moodle используется веб-браузер Google Chrome или Mozilla FireFox.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

По дисциплине «Математическое моделирование и методы синтеза ГХП» доступны учебные материалы, размещенные на сайте междисциплинарной автоматизированной системы обучения <http://cis.muctr.ru/alk/> и на образовательном портале университета study.muctr.ru. Реализованы лекции по учебным разделам в соответствии с программой дисциплины. Приведены примеры решения практических работ. Доступны комплексы лабораторных работ, включающие типовые примеры выполнения работ и требования к отчетам, варианты заданий, руководство по работе с моделирующим программным обеспечением.

Доступны тестовые задания для самоконтроля знаний и тест текущего контроля по всем темам и разделам с ограничением по времени и по количеству попыток.

При необходимости продолжается также использование в учебном процессе и для самостоятельной подготовки студентов ранее разработанных информационно-образовательных ресурсов кафедры, размещенных на выделенных серверах междисциплинарной автоматизированной системы обучения и автоматизированного лабораторного комплекса <http://cisserver.muctr.ru/alkmw/> и <http://cisserver.muctr.ru/alkmoodle>: компьютерные конспекты лекций; видеоуроки для проведения практических занятий, направленных на приобретение навыков работы со специализированным программным обеспечением; комплексы лабораторных работ; электронные учебные пособия; глоссарии основных понятий и определений в предметной области. Доступны по локальной сети кафедры. Организован доступ к свободно распространяемым образовательным порталам и сайтам для использования информационно-справочных ресурсов.

Бакалавры могут использовать данные электронные ресурсы для самостоятельной подготовки, а в последующем – при выполнении научно-исследовательской работы и выпускной квалификационной работы.

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

На кафедре КХТП для проведения лабораторных занятий по дисциплине имеются персональные компьютеры с предустановленным стандартным и специализированным лицензионным программным обеспечением, приведенным в разделе 11.5.

При необходимости использования аудиовизуального материала на лекциях или при проведении лабораторных работ на кафедре имеются проектор и настенный экран, а также звуковые колонки.

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

На кафедре КХТП используются информационно-методические материалы: учебные пособия; методические рекомендации к практическим занятиям; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде.

На кафедре КХТП электронные образовательные ресурсы: междисциплинарная автоматизированная система обучения на основе сетевых технологий для подготовки химиков-технологов; специализированное программное обеспечение; базы данных специализированного назначения, используемые при проведении научных исследований бакалаврами и при изучении соответствующих разделов дисциплины «Математическое моделирование и методы синтеза гибких химических производств».

Информационно-образовательные, информационно-методические, учебно-исследовательские ресурсы; банки тестовых заданий для самоконтроля, итогового контроля знаний по дисциплине представлены на образовательном сайте междисциплинарной АСО <http://cis.muctr.ru/alk/>, разработанном на кафедре и доступном из локальной сети.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24	бессрочная
2	Microsoft Windows 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24	бессрочная
5	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	15	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую)

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество	Срок окончания действия лицензии
	<ul style="list-style-type: none"> • Excel • Power Point • Outlook 			

При выполнении лабораторного практикума по дисциплине используется специализированное программное обеспечение:

- Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №20176622859 «Программное обеспечение для выбора оборудования периодического действия и расчета длительностей технологических операций «Duration». Правообладатели: Сальников Е.Д., Савицкая Т.В. Авторы: Сальников Е.Д., Савицкая Т.В. Заявка №2017614717, дата поступления 18 мая 2017 г. Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 17 ноября 2017 г.,

- Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2017662858 «Программное обеспечение для синтеза химико-технологических систем «SoF CES». Правообладатели: Сальников Е.Д., Савицкая Т.В. Авторы: Сальников Е.Д., Савицкая Т.В. Заявка №2017614720, дата поступления 18 мая 2017 г. Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 17 ноября 2017 г.

- Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ N 2019665460 «Программное приложение для задач моделирования многоассортиментных химико-технологических систем», Авторы Чернухин А.В., Сверчков А.М., Савицкая Т.В. Правообладатель : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева». Заявка N 2019664173. Дата поступления 11 ноября 2019 г., Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 22 ноября 2019 г.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Подходы к созданию гибких химических производств</p>	<p><i>Знает:</i> основные понятия и определения в области создания гибких автоматизированных производственных систем в химической технологии (понятия технологического и аппаратурного модуля, блока, технологической и организационной структур гибких химико-технологических систем);</p>	<p>Оценка за тест по теоретическому материалу дисциплины (7 семестр)</p> <p>Оценка за <i>зачет</i> (7 семестр)</p>
<p>Раздел 2. Теоретические основы моделирования гибких химических производств модульного типа</p>	<p><i>Знает:</i> основные понятия и определения в области создания гибких автоматизированных производственных систем в химической технологии (понятия технологического и аппаратурного модуля, блока, технологической и организационной структур гибких химико-технологических систем); - модели основных и вспомогательных операций и стадий в аппаратурных модулях периодического действия;</p> <p><i>Умеет:</i> - проводить расчеты по моделированию типовых процессов в аппаратурных модулях периодического действия; - строить временные диаграммы функционирования аппаратурных модулей, блоков, индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем при различных способах наработки продуктов ассортимента;</p> <p><i>Владеет:</i> навыками использования блочно-модульного подхода к формированию принципиальных структур индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем; - - навыками использования специализированного программного обеспечения для решения задач моделирования и синтеза</p>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (7 семестр). Оценка за лабораторную работу №1.</p> <p>Оценка за тест по теоретическому материалу дисциплины (7 семестр).</p> <p>Оценка за <i>зачет</i> (7 семестр)</p>

	индивидуальных, совмещенных, гибких химико-технологических систем и размещения продуктов дополнительного ассортимента для действующих, реконструируемых и модернизируемых предприятий малотоннажной химической и смежных отраслей промышленности	
Раздел 3. Математическое моделирование индивидуальных, совмещенных и гибких химических производств.	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия и определения в области создания гибких автоматизированных производственных систем в химической технологии (понятия технологического и аппаратурного модуля, блока, технологической и организационной структур гибких химико-технологических систем); - способы организации выпуска многоассортиментной химической продукции на оборудовании совмещенной и гибкой ХТС (последовательно, циклически, группами); - модели индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем с различными способами организации выпуска многоассортиментной продукции и модели размещения продуктов дополнительного ассортимента на оборудовании действующей ХТС; - основные методы и алгоритмы решения задач синтеза индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем в детерминированных условиях; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> строить временные диаграммы функционирования аппаратурных модулей, блоков, индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем при различных способах наработки продуктов ассортимента; решать типовые задачи моделирования и синтеза индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических 	<p>Оценка за лабораторные работы №2 и 3 (7 семестр).</p> <p>Оценка за тест по теоретическому материалу дисциплины (7 семестр).</p> <p>Оценка за <i>зачет</i> (7 семестр)</p>

	<p>систем в детерминированных условиях и размещения дополнительного ассортимента на оборудовании синтезированной или действующей ХТС;</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками использования блочно-модульного подхода к формированию принципиальных структур индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем; - - навыками использования специализированного программного обеспечения для решения задач моделирования и синтеза индивидуальных, совмещенных, гибких химико-технологических систем и размещения продуктов дополнительного ассортимента для действующих, реконструируемых и модернизируемых предприятий малотоннажной химической и смежных отраслей промышленности 	
<p>Раздел 4. Синтез индивидуальных и гибких химико-технологических систем в условиях полной определенности информации</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - способы организации выпуска многоассортиментной химической продукции на оборудовании совмещенной и гибкой ХТС (последовательно, циклически, группами); - модели индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем с различными способами организации выпуска многоассортиментной продукции и модели размещения продуктов дополнительного ассортимента на оборудовании действующей ХТС; - основные методы и алгоритмы решения задач синтеза индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем в детерминированных условиях; - основные методы классификации ассортимента продукции на группы совместного выпуска на гибкой химико-технологической системе. 	<p>Оценка за контрольную работу №2 (7 семестр).</p> <p>Оценка за лабораторные работы №4 и 5 (7 семестр).</p> <p>Оценка за тест по теоретическому материалу дисциплины (7 семестр).</p> <p>Оценка за <i>зачет</i> (7 семестр)</p>

	<p><i>Умеет:</i></p> <p>строить временные диаграммы функционирования аппаратурных модулей, блоков, индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем при различных способах наработки продуктов ассортимента;</p> <p>- решать типовые задачи моделирования и синтеза индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем в детерминированных условиях и размещения дополнительного ассортимента на оборудовании синтезированной или действующей ХТС;</p> <p>- проводить классификацию продуктов ассортимента на возможные группы совместного выпуска с использованием теоретико-множественных и матричных методов.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>навыками использования блочно-модульного подхода к формированию принципиальных структур индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем;</p> <p>- - навыками использования специализированного программного обеспечения для решения задач моделирования и синтеза индивидуальных, совмещенных, гибких химико-технологических систем и размещения продуктов дополнительного ассортимента для действующих, реконструируемых и модернизируемых предприятий малотоннажной химической и смежных отраслей промышленности</p>	
--	--	--

<p>Раздел 5. Методы и алгоритмы решения задач моделирования и синтеза гибких химико-технологических систем</p>	<p><i>Знает:</i> основные методы и алгоритмы решения задач синтеза индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем в детерминированных условиях;</p> <p><i>Умеет:</i> - решать типовые задачи моделирования и синтеза индивидуальных, совмещенных и гибких химико-технологических систем в детерминированных условиях и размещения дополнительного ассортимента на оборудовании синтезированной или действующей ХТС;</p> <p><i>Владеет:</i> - навыками использования специализированного программного обеспечения для решения задач моделирования и синтеза индивидуальных, совмещенных, гибких химико-технологических систем и размещения продуктов дополнительного ассортимента для действующих, реконструируемых и модернизируемых предприятий малотоннажной химической и смежных отраслей промышленности</p>	<p>Оценка за тест по теоретическому материалу дисциплины (7 семестр).</p> <p>Оценка за <i>зачет</i> (7 семестр)</p>
---	---	---

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Математическое моделирование и методы синтеза гибких химических производств»
основной образовательной программы высшего образования – программы
бакалавриата
по направлению подготовки
18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии»
Профиль «Основные процессы химических производств и химическая
кибернетика»
Форма обучения: очная**

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

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Материаловедение для энерго- и
ресурсосберегающих процессов химической технологии»**

**Направление подготовки
18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**

**Профиль подготовки – «Основные процессы химических производств и
химическая кибернетика»**

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«19» июня 2023 г.

Председатель  Н.А. Макаров

Москва 2023

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

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии» «16» мая 2023 г., протокол № 11

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **инновационных материалов и защиты от коррозии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Материаловедение для энерго- и ресурсосберегающих процессов химической технологии»** относится к факультативным дисциплинам учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области основ естественнонаучных дисциплин – общей и неорганической химии, органической химии, физической химии, физики, прикладной механики.

Цель дисциплины – приобретение студентами знаний, необходимых для самостоятельного решения вопросов, связанных с выбором материалов для оборудования химических производств с учетом условий эксплуатации, а также с позиций энерго- и ресурсосбережения.

Задачи дисциплины

- получение информации о физической сущности явлений, происходящих в материалах;
- установление зависимости между составом, строением и свойствами материалов;
- изучение теории и практики различных способов упрочнения материалов, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей машин, инструмента и других изделий;
- изучение основных групп материалов, их свойств и областей применения.

Дисциплина **«Материаловедение для энерго- и ресурсосберегающих процессов химической технологии»** преподается в 5 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименование категории (группы)	Код и наименование	Код и наименование индикатора достижения
УК	УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Знает правила и условности при выполнении конструкторской документации проекта УК-2.2 Знает основы расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов оборудования химической промышленности.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Для всего направления				
Технологический тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-1. Способен обеспечивать проведение технологического процесса в соответствии с регламентом, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ПК-1.2 Приобретение студентами знаний, необходимых для самостоятельного решения вопросов, связанных с выбором материалов для оборудования химических производств с учетом условий эксплуатации, а также с позиций энерго- и ресурсосбережения.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и

				<p>социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция</p> <p>А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы.</p> <p>А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок.</p> <p>(уровень квалификации – 5).</p>
--	--	--	--	---

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- классификацию, структуру, состав и свойства материалов, используемых в основных процессах химических производств;
- маркировку материалов, используемых в основных процессах химических производств, по российским и международным стандартам;
- основы коррозии металлов, принципы и методы защиты от коррозии;
- основные конструкционные и функциональные материалы, используемые в основных процессах химических производств, контроль материалов с позиций энерго- и ресурсосбережения при их переработке;

Уметь:

- анализировать физико-химические и механические свойства материалов, используемых в основных процессах химических производств, их коррозионную стойкость и технологичность;
- рационально подобрать конструкционный материал для химико-технологического процесса с учетом методов защиты от возможного воздействия технологической среды.

Владеть:

- простейшими операциями определения свойств материалов, используемых в основных процессах химических производств.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

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

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
1.	Раздел 1. Физико-химические основы материаловедения	12	-	4	-	4	-	-	-	18
2.	Раздел 2. Металлические материалы.	32		10		4				16
3.	Раздел 3. Основы коррозии металлов. Принципы и методы защиты от коррозии.	22		6		2				8
4.	Раздел 4. Неметаллические материалы.	32		10		4				12
5.	Раздел 5. Экономически обоснованный выбор материалов.	10	-	2	-	2	-	-	-	6
	ИТОГО	108	-	32	-	16	-	-	-	60
	Зачёт	-								
	ИТОГО	108								

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Физико-химические основы материаловедения

Материаловедение как наука: цели, задачи и значение дисциплины. Общие требования, предъявляемые к материалам в зависимости от условий использования или эксплуатации. Развитие науки о материалах. Роль русских ученых в развитии науки. Достижения в области создания новых материалов, технико-экономическая эффективность их применения. Значение материалов в развитии химико-технологических процессов и обеспечении их безопасности.

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

Строение материалов. Основные типы кристаллических решеток. Классификация кристаллов по типам связи. Анизотропия свойств кристаллов. Строение реальных кристаллов. Дефекты реальных кристаллов и их влияние на свойства металлов и сплавов. Свойства дислокаций. Диаграмма «плотность дефектов-прочность». Кристаллизация металлов и сплавов. Самопроизвольная кристаллизация. Несамостоятельная кристаллизация. Аморфные материалы. Аллотропические превращения металлов.

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

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

Раздел 2. Металлические материалы

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

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

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

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

Порошковые металлические материалы. Материалы с особыми электрическими свойствами.

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

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

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

Раздел 4. Неметаллические материалы

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

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

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

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

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

Древесные конструкционные материалы.

Антифрикционные металлические и неметаллические материалы.

Композиционные материалы (КМ). Общая характеристика композиционных материалов.

Дисперсно-упроченные КМ, слоистые КМ, волокнистые КМ. Композиционные материалы на металлической и неметаллической основе. САП (спеченные алюминиевые порошки).

Армированные полимерные материалы. Керамические композиционные материалы. Углеродные композиционные материалы.

Понятия о нанотехнологиях, наноматериалах.

Раздел 5. Экономически обоснованный выбор материалов.

Выбор конструкционных материалов для конкретного технологического процесса. Выбор материалов для оборудования химических производств. Критерии и алгоритм выбора конструкционных материалов. Экологические и экономические аспекты материаловедения и защиты материалов от коррозии.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
	Знать:					
1	-классификацию, структуру, состав и свойства материалов, используемых в основных процессах химических производств;	+	+		+	
2	-маркировку материалов, используемых в основных процессах химических производств, по российским и международным стандартам;		+		+	
3	-основы коррозии металлов, принципы и методы защиты от коррозии;			+		
4	-основные конструкционные и функциональные материалы, используемые в основных процессах химических производств, контроль материалов с позиций энерго- и ресурсосбережения при их переработке;		+		+	+
	Уметь:					
6	-анализировать физико-химические и механические свойства материалов, используемых в основных процессах химических производств, их коррозионную стойкость и технологичность;	+		+	+	+
7	- рационально подобрать конструкционный материал для химико-технологического процесса с учетом методов защиты от возможного воздействия технологической среды.			+		+
	Владеть:					
8	-простейшими операциями определения свойств материалов, используемых в основных процессах химических производств.		+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>универсальные и профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>						
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК				
9	УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Знает правила и условия при выполнении конструкторской документации проекта	+	+	+	+
		УК-2.2 Знает основы расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов оборудования химической промышленности.	+	+	+	+

	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК					
10	- ПК-1. Способен обеспечивать проведение технологического процесса в соответствии с регламентом, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	– ПК-1.2 Приобретение студентами знаний, необходимых для самостоятельного решения вопросов, связанных с выбором материалов для оборудования химических производств с учетом условий эксплуатации, а также с позиций энерго- и ресурсосбережения.	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров предусмотрено проведение практических (семинарских) занятий в объеме 16 часов (0,4 зач. ед.). Практические занятия направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, приобретение навыков применения теоретических знаний в практической работе.

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

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума по изучаемой дисциплине *«Материаловедение для энерго- и ресурсосберегающих процессов химической технологии»* не предусмотрено учебным планом.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачёта* (5 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Перечень примерных тем.

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

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

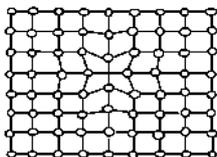
8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

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

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

Раздел 1-2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 5 вопросов.

Физико-химические основы материаловедения
Металлические материалы

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

Оценочный материал по контрольной работе №1

Вопрос	1	2	3	4	5	Σ
Баллы	4	4	4	4	4	20

Раздел 3-5. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 5 вопросов.

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

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

Оценочный материал по контрольной работе № 2

Вопрос	1	2	3	4	5	Σ
Баллы	4	4	4	4	4	20

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

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

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

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

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

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

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

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Сапунов, С. В. Материаловедение : учебное пособие / С. В. Сапунов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1793-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211805> (дата обращения: 9.04.2022).
2. Солнцев, Ю. П. Специальные материалы в машиностроении : учебник / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, В. Ю. Пирирайнен. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 664 с. — ISBN 978-5-8114-3921-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118630> (дата обращения: 9.04.2022).
3. Материаловедение и основы технологии конструкционных материалов: тестовые задания : Учебные пособия / О. А. Василенко, Д. В. Мазурова, И. С. Страхов. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. - 158 с.
4. Жуков, А. П. Сталь: терминологический словарь : Учебное пособие / А. П. Жуков. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. - 129 с. : ил.; - 100 экз. - ISBN 978-5-7237-1412-0.

Б. Дополнительная литература

1. Материаловедение: учеб. Пособие / А.П.Жуков, А.А. Абрашов, Д.В. Мазурова, Т.А. Ваграмян; М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. -138 с.
2. Земсков, Ю. П. Материаловедение : учебное пособие / Ю. П. Земсков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-3392-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206225> (дата обращения: 9.04.2022).
3. Материаловедение и технология металлов: учебник для вузов / Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюнин ; Ред. Г.П. Фетисов. - М. : Высш. шк., 2001. - 638 с. - ISBN 5-06-003616-

4. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : Учебник / В. Б. Арзамасов [и др.] ; ред. В. Б. Арзамасов, А. А. Черепашин, 2007. - 447 с.
5. Жуков А.П., Основы материаловедения. ч. I. Металловедение. РХТУ им. Д.И.Менделеева, м., 1999. – 155 с.
6. Жуков А.П., Малахов А.И. Основы металловедения и теории коррозии. - М., Высшая школа. 1991. – 169 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

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

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

1. <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета. Поиск книг и журналов
2. <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
3. <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
4. <http://lib.msu.ru> - Научная библиотека Московского государственного университета
5. <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
6. <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
7. <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
8. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16, (общее число слайдов – 320);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает

обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Материаловедение для энерго- и ресурсосберегающих процессов химической технологии*» проводятся в очной форме и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

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

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	<p>Неисключительная лицензия на использование Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprise</p> <p>В составе:</p> <p>1)В составе Microsoft Office Professional Plus 2019:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath <p>2)Microsoft Core CAL</p> <p>3)Microsoft Windows Upgrade</p>	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	<p>657 комплектов.</p> <p>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p> <p>Каждый комплект включает:</p> <p>1) Лицензию на комплекс для создания презентаций, электронных текстов и таблиц, обработки баз данных Microsoft Office.</p> <p>2) Лицензию для подключения пользователей к серверным системам Microsoft:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exchange Server Standard, • Exchange Server Enterprise, • SharePoint Server, • Skype для бизнеса Server, • Windows MultiPoint Server Premium, • Windows Server Standard, • Windows Server Data Center <p>3) Лицензию на обновление операционной системы для рабочих станций Windows 10.</p> <p>Дополнительно на</p>	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

			<p>ВУЗ предоставляется право на использование 1 (одной) лицензии средств разработки в рамках учебных компьютеров одного технического, естественнонаучного факультета (кафедры) и предоставления студентам для целей обучения Azure Dev Tools for Teaching. Количество активаций неограниченно в рамках подразделения.</p>	
8	<p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для физического оборудования (конечных точек)</p>	<p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p>	<p>1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах</p>	<p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p>
9	<p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред</p>	<p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p>	<p>20 лицензий для виртуальных и облачных сред</p>	<p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p>
10	<p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky</p>	<p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p>	<p>2000 лицензий для почтовых серверов</p>	<p>12 месяцев (ежегодное продление</p>

Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов			подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
--	--	--	--

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение. Физико-химические основы материаловедения	Знает: -классификацию, структуру, состав и свойства материалов, используемых в основных процессах химических производств; умеет: -анализировать физико-химические и механические свойства материалов, используемых в основных процессах химических производств, их коррозионную стойкость и технологичность;	Оценка за контрольную работу № 1 Оценка за итоговую контрольную работу Оценка за реферат
Раздел 2. Металлические материалы	Знает: -классификацию, структуру, состав и свойства материалов, используемых в основных процессах химических производств; -маркировку материалов, используемых в основных процессах химических производств, по российским и международным стандартам; -основные конструкционные и функциональные материалы, используемые в основных процессах химических производств, контроль материалов с позиций энерго- и ресурсосбережения при их переработке; Владеет: -простейшими операциями определения свойств материалов, используемых в основных процессах химических производств.	Оценка за контрольную работу № 1 Оценка за итоговую контрольную работу Оценка за реферат
Раздел 3. Основы коррозии металлов. Принципы и методы защиты от коррозии	Знает: -основы коррозии металлов, принципы и методы защиты от коррозии;	Оценка за контрольную работу № 2 Оценка за итоговую

	<p>умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> -анализировать физико-химические и механические свойства материалов, используемых в основных процессах химических производств, их коррозионную стойкость и технологичность; - рационально подобрать конструкционный материал для химико-технологического процесса с учетом методов защиты от возможного воздействия технологической среды. <p>владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> -простейшими операциями определения свойств материалов, используемых в основных процессах химических производств. 	<p>контрольную работу</p> <p>Оценка за реферат</p>
Раздел 4. Неметаллические материалы	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> -классификацию, структуру, состав и свойства материалов, используемых в основных процессах химических производств; -маркировку материалов, используемых в основных процессах химических производств, по российским и международным стандартам; -основные конструкционные и функциональные материалы, используемые в основных процессах химических производств, контроль материалов с позиций энерго- и ресурсосбережения при их переработке; <p>умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> -анализировать физико-химические и механические свойства материалов, используемых в основных процессах химических производств, их коррозионную стойкость и технологичность; <p>владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> -простейшими операциями определения свойств материалов, используемых в основных процессах химических производств. 	<p>Оценка за контрольную работу № 2</p> <p>Оценка за итоговую контрольную работу</p> <p>Оценка за реферат</p>
Раздел 5. Экономически обоснованный выбор материалов для	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> -основные конструкционные и функциональные материалы, 	<p>Оценка за контрольную работу № 2</p>

<p>конкретных целей</p>	<p>используемые в основных процессах химических производств, контроль материалов с позиций энерго- и ресурсосбережения при их переработке;</p> <p>умеет:</p> <p>-анализировать физико-химические и механические свойства материалов, используемых в основных процессах химических производств, их коррозионную стойкость и технологичность;</p> <p>- рационально подобрать конструкционный материал для химико-технологического процесса с учетом методов защиты от возможного воздействия технологической среды.</p>	<p>Оценка за итоговую контрольную работу</p> <p>Оценка за реферат</p>
-------------------------	--	---

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Материаловедение для энерго- и ресурсосберегающих процессов
химической технологии»**

основной образовательной программы
**18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**

Профиль подготовки - **«Основные процессы химических производств и
химическая кибернетика»**

Форма обучения: очная

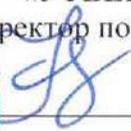
Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.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

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



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе


Ф.А. Колоколов

19 » июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

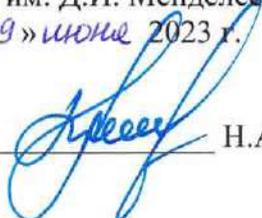
«Мембраны. Моделирование и применение»

Направление подготовки 18.03.02 Энерго-и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки –
«Основные процессы химических производств и химическая
кибернетика»

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«19» июня 2023 г.

Председатель  Н.А. Макаров

Москва 2023

Программа составлена доцентом, к.т.н., доцентом кафедры химического и фармацевтического инжиниринга Гусевой Е.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химического и фармацевтического инжиниринга РХТУ им. Д.И. Менделеева «15» мая 2023 г., протокол №6.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химического и фармацевтического инжиниринга РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Мембраны. Моделирование и применение» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений, и рассчитана на изучение в 7 семестре. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, теории вероятности и математической статистики, моделирования энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, процессов и аппаратов химической технологии.

Цель дисциплины «Мембраны. Моделирование и применение» - изучение основных процессов разделения на мембранах для жидких и газовых систем, находящих применение в химической, фармацевтической, нефтехимической и биотехнологической отраслях промышленности; освоение теоретических основ различных мембранных процессов (баромембранных, диффузионно-мембранных, термомембранных и электромембранных), на основе позиций системного анализа изучение основных подходов к моделированию отдельных мембранных и/ или интегрированных мембранных процессов, в том числе с использованием прикладных программных пакетов, и к проектированию мембранных схем разделения.

Задачи дисциплины:

- изучение основных принципов и методов процессов разделения на мембранах для жидких и газовых систем;
- изучение теоретических основ различных мембранных процессов (баромембранных, диффузионно-мембранных, термомембранных и электромембранных);
- изучение основных подходов к моделированию отдельных мембранных и/ или интегрированных мембранных процессов, в том числе с использованием прикладных программных пакетов;
- изучение основных подходов к проектированию мембранных схем разделения.

Дисциплины «Мембраны. Моделирование и применение» преподаются в 7 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
<p>Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации</p>	<p>Химическое, химико-технологическое производство</p> <p>- Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>	<p>ПК-1. Способен обеспечивать проведение технологического процесса в соответствии с регламентом, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья</p>	<p>ПК-1.1. Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок.</p>

				(уровень квалификации – 5).
Профиль “Основные процессы химических производств и химическая кибернетика”				
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-3. Способен моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности	ПК-3.1. Знает методы идентификации математических описаний энерго- и ресурсосберегающих процессов на основе экспериментальных данных и методы их оптимизации с применением эмпирических и/или физико-химических моделей	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и
			ПК-3.2. Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения задач расчета, моделирования и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов	
			ПК-3.3. Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов, и моделирования, идентификации и оптимизации энерго- и	

			ресурсосберегающих процессов	разработок. (уровень квалификации – 5).
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-4. Способен осуществлять научные исследования в области энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии с использованием информационных компьютерных технологий	ПК-4.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии и специализированное программное обеспечение для решения научно-исследовательских задач в области энерго- и ресурсосбережения	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/01.5. Осуществление проведения работ по

				<p>обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (уровень квалификации – 5).</p> <p>А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).</p>
--	--	--	--	---

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

знать:

- основные процессы разделения на мембранах для жидких и газовых смесей;
- основные теоретические основы различных мембранных процессов (баромембранных, диффузионно-мембранных, термомембранных и электромембранных);
- принципы и подходы к моделированию этих процессов с позиций системного анализа;

уметь:

- рассчитывать движущие силы и основные параметры процессов мембранного разделения;
- проводить расчеты по подбору схем мембранного разделения в программных пакетах;

владеть:

- основными принципами и подходами к моделированию основных процессов мембранного разделения;
- программными пакетами для расчетов и подбора отдельных мембранных аппаратов и/ или интегрированных мембранных процессов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,35	48	36
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лекции	0,45	16	12
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16	12
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,45	16	12
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,65	60	45
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	1,65	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы)		59,8	44,85
Вид итогового контроля:	Зачёт		
Зачет с оценкой	-	-	-
Контактная работа – промежуточная аттестация			
Подготовка к экзамену.			
Вид итогового контроля:	Зачёт		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий для студентов очного отделения.

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
	Введение	0,5	-	0,5	-	-	-	-	-	-
1.	Раздел 1. Введение в мембранные процессы. Основные классификации	8	-	1	-	1	-	-	-	6
1.1	Основные классификации мембран, мембранных процессов, материалов для получения мембран. Основные типы мембранных элементов, их преимущества и недостатки. Области применения	8	-	1	-	1	-	-	-	6
2.	Раздел 2. Баромембранные процессы	32	-	4	-	4	-	8	-	16
2.1	Классификация баромембранных процессов, их движущая сила. Основные факторы, влияющие на баромембранные процессы: рабочее давление, температура, гидродинамические условия, концентрации компонентов, электрические и магнитные поля, природа и состав растворенных веществ. Поляризационные явления и отложения на поверхности мембраны	6	-	1	-	1	-	-	-	4

2.2	Описание процессов микрофльтрации (м/ф). Основные области применения	8	-	1	-	1	-	2	-	4
2.3	Описание процессов ультрафльтрации (у/ф). Основные области применения	8	-	1	-	1	-	2	-	4
2.4	Описание процессов обратного осмоса (о/о). Основные области применения.	10	-	1	-	1	-	4	-	4
3.	Раздел 3. Диффузионно-мембранные процессы.	29	-	4	-	5	-	4	-	16
3.1	Классификация диффузионно-мембранных процессов (газоразделение, первапорация, диализ, процессы с использованием жидких мембран)	3	-	0,5	-	0,5	-	-	-	3
3.2	Описание механизмов проницания при разделении газов. Основные области применения	13	-	1	-	2	-	4	-	6
3.3	Описание механизмов проницания при первапорации. Основные области применения	6	-	1	-	1	-	-	-	4
3.4	Описание механизмов проницания при диализе и процессов с использованием жидких мембран. Основные области применения	7	-	1,5	-	1,5	-	-	-	4
4.	Раздел 4. Электромембранные и термомембранные процессы	10	-	2	-	2	-	-	-	6

4.1	Основные аспекты электромембранных процессов. Ионообменные мембраны. Конструкции электродиализных аппаратов. Основные параметры процесса электродиализа, расчет. Основные области применения.	5	-	1	-	1	-	-	-	3
4.2	Процесс мембранной дистилляции. Влияние свойств материала мембраны на процесс разделения (смачиваемость, поверхностное натяжение, поверхностная энергия полимера). Основные области применения	5	-	1	-	1	-	-	-	3
5	Раздел 5. Интегрированные мембранные процессы. Мембранные реакторы и биореакторы	16	-	3	-	3	-	2	-	8
	Классификация. Процессы, протекающие в мембранных биореакторах. Типы мембранных биореакторов. Кинетические зависимости роста биомассы, продуктов и расхода субстрата. Математическое моделирование и расчет. Основные области применения	16	-	3	-	3	-	2	-	8
6	Раздел 6. Проектирование мембранных схем разделения	12	-	1	-	1	-	2	-	8

Основные режимы работы мембранных модулей. Однопроходная схема и схема с рециркуляцией. Каскадные схемы. Примеры.	12	-	1	-	1	-	2	-	8
Заключение	0,5	-	0,5	-	-	-	-	-	-
ИТОГО	16	-	16	-	16	-	16	-	60
Зачет	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ИТОГО	108								

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение.

Основные понятия и определения.

1. Раздел 1. Введение в мембранные процессы. Основные классификации.

1 Основные классификации мембран, мембранных процессов, материалов для получения мембран. Основные типы мембранных элементов, их преимущества и недостатки. Области применения.

2. Раздел 2. Баромембранные процессы.

2.1 Классификация баромембранных процессов.

Классификация баромембранных процессов, их движущая сила. Основные факторы, влияющие на баромембранные процессы: рабочее давление, температура, гидродинамические условия, концентрации компонентов, электрические и магнитные поля, природа и состав растворенных веществ. Поляризационные явления и отложения на поверхности мембраны, концентрационная поляризация.

2.2 Процессы микрофльтрации (м/ф).

Описание процессов микрофльтрации (м/ф). Методы исследования микрофльтрационных мембран. Подходы к моделированию процесса микрофльтрации. Основные мембранные элементы для микрофльтрации. Основные области применения.

2.3. Процессы ультрафльтрации.

Описание процессов ультрафльтрации (у/ф). Методы исследования ультрафльтрационных мембран. Подходы к моделированию процесса ультрафльтрации. Основные мембранные элементы для ультрафльтрации. Основные области применения. Диафльтрация.

2.4. Процессы обратного осмоса.

Описание процессов обратного осмоса (о/о). Методы исследования обратноосмотических мембран. Подходы к моделированию процесса обратного осмоса. Основные гипотезы разделения. Капиллярно-фльтрационная модель. Основные мембранные элементы для обратного осмоса. Основные области применения.

3. Раздел 3. Диффузионно-мембранные процессы.

3.1 Классификация диффузионно-мембранных процессов.

Классификация диффузионно-мембранных процессов (газоразделение, первапорация, диализ, процессы с использованием жидких мембран). Движущая сила.

3.2. Процессы мембранного газоразделения.

Описание процессов мембранного газоразделения (г/р). Механизмы газоразделения. Коэффициент проницаемости и растворимости. Выбор материала мембраны. Основные мембранные элементы для процессов мембранного газоразделения. Основные области применения

3.3. Процесс испарения через мембрану (первапорация).

Описание процесса первапорации. Схемы организации процесса. Влияние различных факторов на процесс первапорации (гидродинамика, температура, давление, природа разделяемых компонентов смеси). Выбор материала мембраны. Описание механизма проницания при первапорации. Основные мембранные элементы Основные области применения.

3.4. Процессы диализа и с использованием жидких мембран.

Описание процесса диализа, особенности. Механизм проницания при диализе. Основные мембранные элементы Основные области применения. Гемодиализ. Описание процессов с использованием жидких мембран. Особенности механизма (присутствие переносчика. Основные области применения.

4. Раздел 4. Электромембранные и термомембранные процессы.

4.1 Электромембранные процессы.

Электромембранные процессы (электродиализ, электродеионизация). Основные аспекты электромембранных процессов. Ионообменные мембраны. Конструкции электродиализных аппаратов. Основные параметры процесса электродиализа, расчет. Особенности электродеионизации. Основные области применения.

4.2. Термомембранные процессы.

Процесс мембранной дистилляции. Влияние свойств материала мембраны на процесс разделения (смачиваемость, поверхностное натяжение, поверхностная энергия полимера). Подходы к моделированию. Основные области применения.

5. Раздел 5. Интегрированные мембранные процессы. Мембранные реакторы и биореакторы.

Классификация. Процессы, протекающие в мембранных биореакторах. Типы мембранных биореакторов. Кинетические зависимости роста биомассы, продуктов и расхода субстрата. Математическое моделирование и расчет. Основные области применения.

6. Раздел. Проектирование мембранных схем разделения.

Основные режимы работы мембранных модулей. Однопроходная схема и схема с рециркуляцией. Каскадные схемы. Примеры.

Заключение.

Обобщение пройденного материала; рассматривается как полученные знания могут быть применены при проведении научных исследований для постановки и обработки экспериментов, оптимизации химико-технологических процессов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 6	Раздел 6
Знать:							
1	– основные процессы разделения на мембранах для жидких и газовых систем	+					
2	– основные теоретические основы различных мембранных процессов (баромембранных, диффузионно-мембранных, термомембранных и электромембранных)		+	+	+		
3	– принципы и подходы к моделированию этих процессов с позиций системного анализа		+	+	+	+	
Уметь:							
4	– рассчитывать движущую силы и основные параметры процессов мембранного разделения		+	+	+	+	
5	– проводить расчеты по подбору схем мембранного разделения в программных пакетах						+
Владеть:							
6	– основными принципами и подходами к моделированию основных процессов мембранного разделения		+	+	+	+	
7	– программными пакетами для расчетов и подбора отдельных мембранных аппаратов и/ или интегрированных мембранных процессов		+	+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные <i>компетенции и индикаторы их достижения:</i>							
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК					

8	– ПК-1. Способен обеспечивать проведение технологического процесса в соответствии с регламентом, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	– ПК-1.1. Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса		+	+	+	+	
9		ПК-3.1. Знает методы идентификации математических описаний энерго- и ресурсосберегающих процессов на основе экспериментальных данных и методы их оптимизации с применением эмпирических и/или физико-химических моделей		+	+	+	+	+
10	– ПК-3. Способен моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности	ПК-3.2. Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения задач расчета, моделирования и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов		+	+	+	+	+
11		ПК-3.2. Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов, и моделирования, идентификации и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов		+	+	+	+	+

12	– ПК-4. Способен осуществлять научные исследования в области энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии с использованием информационных компьютерных технологий	ПК-4.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии и специализированное программное обеспечение для решения научно-исследовательских задач в области энерго- и ресурсосбережения	+	+	+	+	+	+
----	--	--	---	---	---	---	---	---

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия. Примерные темы практических занятий по дисциплине (16 акад. ч.).

№ п/п	№ раздела дисциплины	Примерные темы практических занятий	Часы
1-2	1-4	Рассмотрение физико-химических свойств полимерных и керамических мембран	4
3-4	2-4	Расчет основных характеристик мембранного процесса: селективности, проницаемости, коэффициента проницаемости для разных мембранных процессов	4
5-6	2	Расчет гидравлического сопротивления мембраны для различных мембран	4
7-8	2-6	Расчет и подбор мембраны из каталога на основе исходных данных	4

6.2. Лабораторные занятия. Примерные темы лабораторных занятий по дисциплине (16 акад. ч.).

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Мембраны. Моделирование и применение», а также дает знания о основных процессах мембранного разделения, подходах к моделированию и проектированию схем мембранного разделения.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 28 баллов (максимально по 7 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Примерные темы лабораторных занятий	Часы
1-2	2	Расчет процесса микрофльтрации различных биологических суспензий.	4
3-4	2	Расчет процесса обратного осмоса.	4
5-6	5	Расчет процессов в мембранном биореакторе.	4
7-8	6	Подбор схемы мембранного разделения для конкретных примеров.	4

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает: например, привести примеры мембранного оборудования, используемого для целей водоподготовки в фармацевтической промышленности.

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче лабораторных работ и зачета по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения,

предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 45 баллов, 3 контрольные работы по 15 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 28 баллов), реферата по одной из представленных тем (27 баллов). Вид контроля - зачет. При форме контроля в форме зачета все баллы должны быть набраны в семестре, итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

1. Математическое моделирование процесса микрофильтрации.
2. Применение микрофильтрации в химической технологии.
3. Математическое моделирование процесса ультрафильтрации.
4. Применение мембран в химической технологии.
5. Применение мембранных технологий в медицине.
6. Материалы, использованные для изготовления мембран.
7. Классификация баромембранных процессов разделения.
8. Классификация диффузионно-мембранных процессов разделения.
9. Классификация термомембранных процессов разделения.
10. Классификация электромембранных процессов разделения.
11. Методы получения мембран.
12. Поляризационные явления и отложения на поверхности мембраны. Методы уменьшения концентрационной поляризации.
13. Частный случай процесса ультрафильтрации (диафильтрация).
14. Понятие обратного осмоса. Гипотезы разделения обратным осмосом.
15. Газоразделение, механизм транспорта, материал мембран, особенности процесса.
16. Мембранные биореактора.
17. Математическое моделирование процесса, протекающего в биореакторе.
18. Стрессовые воздействия на мембранные биореактора.
19. Применение мембранных реакторов в химической технологии.
20. Первапорация, особенности процесса и применение в химической технологии.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по всем разделам). Максимальная оценка за контрольные работы 45 баллов и (7 семестр) составляет 15 баллов за каждую.

Раздел 1-2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 5 вопросов, по 3 балла за вопрос.

Контрольная работа № 1 Максимальная оценка 15 баллов

1. Классификация процессов мембранного разделения с движущими силами для

каждого процесса.

2. Перечислить все мембранные элементы. Трубчатый мембранный элемент, преимущества и недостатки, материал мембраны, для каких процессов применяется.
3. Расположить в порядке убывания движущей силы следующие баромембранные процессы: нанофильтрация, микрофильтрация, обратный осмос, ультрафильтрация. Указать значения движущих сил.
4. Описать влияние давления на баромембранные процессы.
5. Из каких составляющих складывается общее сопротивление мембранному переносу?

Раздел 2-4. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 5 вопросов, по 3 балла за вопрос.

Контрольная работа № 2

Максимальная оценка 15 баллов

1. Как математически можно описать поток сквозь слой осадка, накапливающегося на мембране?
2. Описать механизм разделения для процесса микрофильтрации. Дать основные уравнения, которые используются при моделировании процесса.
3. Описать принцип диафильтрации, который наиболее часто используется при ультрафильтрации. Примеры использования.
4. Понятие молекулярного отсека. Что это, где применяется?
5. Описать основные мембраны, используемые для мембранного газоразделения. Области применения газоразделения.

Раздел 3-6. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 5 вопросов, по 3 балла за вопрос.

Контрольная работа № 3

Максимальная оценка 15 баллов

1. Основные схемы организации процесса первапорации.
2. Особенности влияния гидродинамических факторов при первапорации.
3. Описать две схемы образования жидких мембран. Области применения жидких мембран.
4. Процесс электродеионизации.
5. Интегрированные мембранные процессы. Сходство и различие мембранных реакторов и биореакторов. Их назначение.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – вид контроля - зачет)

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

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

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература.

А) Основная литература:

1. Каграманов, Г. Г. Диффузионные мембранные процессы. Диализ [Электронный ресурс] : учебные пособия / Г. Г. Каграманов, Е. Н. Фарносова. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. - 112 с.
2. Дибров, Г. А. Первапорация [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. А. Дибров. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2018. - 52 с.

Б) Дополнительная литература:

1. Дытнерский Ю. И. Мембранные процессы разделения жидких смесей / Дытнерский Ю.И. - М. : Химия», 1975. - 232 с.
2. Дытнерский Ю.И. Баромембранные процессы. Теория и расчет / Дытнерский Ю.И. - М.: Химия, 1986. - 272 с.
3. Свитцов А.А. Введение в мембранные технологии / Свитцов А.А. - М.: ДеЛи принт, 2007 - 280 с.
4. Мулдер М. Введение в мембранную технологию / М. Мулдер. – М. : Мир, 1999. – 513 с. [Электронный ресурс]: - Режим доступа: https://www.studmed.ru/mulder-m-vvedenie-v-membrannuyu-tehnologiyu_060b31cdb4f.html (дата обращения: 15.01.2023).

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.
- Инструкции по технике безопасности в компьютерном классе.
- **Научно-технические журналы по тематике дисциплины:**
- «Программные продукты и системы», ISSN (печатной версии) – 0236-235X, ISSN (онлайновой версии) – 2311-2735;
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN – 0023-110X;
- «Химическая технология», ISSN – 1684-5811;
- «Стандарты и качество», ISSN – 0038-9692;
- «Теоретические основы химической технологии», ISSN – 0040-3571;
- «Computers and Chemical Engineering» ISSN – 0098-1354;
- «Химическое и нефтегазовое машиностроение», ISSN – 023-1126;
- Журнал «ТРИЗ» и другие.
- «Мембраны и мембранные технологии», ISSN PRINT: 2218-1172, ISSN ONLINE: 2218-1180
- Journal of Membrane Science, ISSN: 0376-7388

Интернет-ресурсы

1. Каталог оборудования группы компаний ТЭФОС, ООО ТД «Нефтехиммаш КО» (Нижний Новгород). [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.tefos.ru (дата обращения: 15.04.2023).
 2. Лабораторное оборудование компании «БИОХИМПРО». [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.biohimpro.ru (дата обращения: 15.04.2023).
 3. Официальный дистрибьютор высокотехнологичного оборудования химических процессов от ведущих производителей Китая компания АКІКО. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.akiko.ru (дата обращения: 15.04.2023).
 4. НПК «Медиана-фильтр» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mediana-filter.ru/> (дата обращения: 15.04.2023).
 5. Company Toray membrane Inc. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.toraywater.com/> (дата обращения: 15.04.2023).
- Сайты на актуальные компании производителей лабораторного и промышленного

оборудования ежегодно обновляются по материалам международной выставки «Химия» и другие.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

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

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16, (общее число слайдов – 483);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100);
- 2 компьютерных класса на 16 и 10 посадочных мест с предустановленным базовым программным обеспечением, в том числе с возможностью подключения к сети Интернет.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1 727 628 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Мембраны. Моделирование и применение» проводятся в форме лекций, практических и лабораторных занятий, а также самостоятельной работы обучающихся.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

На кафедре кибернетики химико-технологических процессов для проведения занятий по дисциплине имеется 2 учебные аудитории с 16 и 10 компьютерами. Все компьютеры имеют доступ к сети Интернет.

Для проведения лабораторных занятий по дисциплине имеются: учебная аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием.

Кафедра обладает программным обеспечением, приведенным в разделе 11.5.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

По дисциплине «Мембраны. Моделирование и применение» доступны учебные материалы, размещенные на сайте кафедры <http://kxtr.mustr.ru>. Реализованы лекции по учебным разделам в соответствии с программой дисциплины. Приведены примеры решения работ.

Организован доступ к свободно распространяемым образовательным порталам и сайтам для использования информационно-справочных ресурсов.

Бакалавры могут использовать данные электронные ресурсы для самостоятельной подготовки, а в последующем – при выполнении научно-исследовательской работы и написания выпускной квалификационной работы.

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

На кафедре кибернетики химико-технологических процессов имеется в достаточном количестве персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, USB-портами, принтерами, многофункциональными устройствами и программными средствами; мультимедийное проекционное оборудование; веб-камеры; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет; беспроводная точка доступа в локальную сеть и сеть Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

На кафедре кибернетики химико-технологических процессов используются информационно-методические материалы: учебные пособия; методические рекомендации к практическим и лабораторным занятиям; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

№	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Windows 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License, Номер лицензии 62795478	24	Бессрочно
2	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013, MicrosoftOpenLicense Номер лицензии 47837477	24	Бессрочно

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1.	<i>Знает:</i> основные процессы	Контрольная работа 1

Введение в мембранные процессы. Основные классификации	разделения на мембранах для жидких и газовых систем	Реферат Зачет
Раздел 2. Баромембранные процессы.	<i>Знает:</i> основные теоретические основы различных мембранных процессов (баромембранных, диффузионно-мембранных, термомембранных и электромембранных); принципы и подходы к моделированию этих процессов с позиций системного анализа; <i>Умеет:</i> рассчитывать движущую силу и основные параметры процессов мембранного разделения; основными принципами и подходами к моделированию основных процессов мембранного разделения; <i>Владеет:</i> основными принципами и подходами к моделированию основных процессов мембранного разделения; программными пакетами для расчетов и подбора отдельных мембранных аппаратов и/или интегрированных мембранных процессов	Контрольная работа 2 Реферат. Зачет
Раздел 3. Диффузионно-мембранные процессы	<i>Знает:</i> основные теоретические основы различных мембранных процессов (баромембранных, диффузионно-мембранных, термомембранных и электромембранных); принципы и подходы к моделированию этих процессов с позиций системного анализа; <i>Умеет:</i> рассчитывать движущую силу и основные параметры процессов мембранного разделения; <i>Владеет:</i> основными принципами и подходами к моделированию основных процессов мембранного разделения; программными пакетами для расчетов и подбора отдельных мембранных аппаратов и/или интегрированных мембранных процессов.	Контрольная работа 2-3. Реферат. Зачет
Раздел 4.	<i>Знает:</i> основные теоретические	Контрольная работа 3.

<p>Электромембранные и термомембранные процессы</p>	<p>основы различных мембранных процессов (баромембранных, диффузионно-мембранных, термомембранных и электромембранных); принципы и подходы к моделированию этих процессов с позиций системного анализа; <i>Умеет:</i> рассчитывать движущую силы и основные параметры процессов мембранного разделения; <i>Владеет:</i> основными принципами и подходами к моделированию основных процессов мембранного разделения; программными пакетами для расчетов и подбора отдельных мембранных аппаратов и/ или интегрированных мембранных процессов.</p>	<p>Реферат. Зачет.</p>
<p>Раздел 5. Интегрированные мембранные процессы. Мембранные реакторы и биореакторы.</p>	<p><i>Знает:</i> принципы и подходы к моделированию процессов с позиций системного анализа; <i>Умеет:</i> рассчитывать движущую силы и основные параметры процессов мембранного разделения; <i>Владеет:</i> основными принципами и подходами к моделированию основных процессов мембранного разделения; программными пакетами для расчетов и подбора отдельных мембранных аппаратов и/ или интегрированных мембранных процессов.</p>	<p>Контрольная работа 3. Реферат. Зачет.</p>
<p>Раздел 6. Проектирование мембранных схем разделения.</p>	<p><i>Умеет:</i> проводить расчеты по подбору схем мембранного разделения в программных пакетах; <i>Владеет:</i> программными пакетами для расчетов и подбора отдельных мембранных аппаратов и/ или интегрированных мембранных процессов.</p>	<p>Контрольная работа 3. Реферат. Зачет.</p>

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Мембраны. Моделирование и применение»
основной образовательной программы – программа бакалавриата
по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в
химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
профиль подготовки – «Основные процессы химических производств и химическая
кибернетика»
Форма обучения: очная**

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1		протокол заседания кафедры № _____ от « _____ » ____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от « _____ » ____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от « _____ » ____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от « _____ » ____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от « _____ » ____ 20__ г.

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



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

Ф.А. Колоколов

» _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы синтеза многоассортиментных экологически чистых химических про-
изводств»

Направление подготовки – 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки – «Основные процессы химических производств и хи-
мическая кибернетика»

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева

«19» июня 2023 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2023

Программа составлена

д.т.н., профессором, профессором кафедры кибернетики химико-технологических процессов

Т.В. Савицкой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов «26» апреля 2023 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **кибернетики химико-технологических процессов** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Методы синтеза многоассортиментных экологически чистых химических производств»** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплин учебного плана и является дисциплиной по выбору. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области процессов и аппаратов химической технологии, математического моделирования химико-технологических процессов и систем, общей химической технологии, экологии, моделирования и синтеза гибких химических производств.

Цель дисциплины – научить студентов теоретическим знаниям создания многоассортиментных ресурсосберегающих экологически чистых химических производств, гибких схем очистки стоков и выбросов химических предприятий, методам анализа и оценки экологического риска и негативных воздействий предприятий химической и смежных отраслей промышленности.

Задачи дисциплины:

- дать основные знания по многоассортиментным ресурсосберегающим экологически чистым химическим производствам,
- ознакомить с основными этапами синтеза гибких химико-технологических систем в блочно-модульном исполнении и гибких схем очистки стоков и выбросов;
- научить использовать методы совмещения выпуска многоассортиментной продукции по гибкой технологии с учетом требований экологической безопасности, информационно-признаковые и информационно-логические модели выбора методов и оборудования для очистки стоков и выбросов;
- научить методам и моделям прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха источниками выбросов промышленных предприятий;
- дать основные знания по подходам, методам и моделям анализа и оценки экологического риска различных классов химически опасных объектов;
- научить использовать блочно-модульный подход к формированию принципиальных структур гибких схем очистки стоков, регенерации растворителей и гибких систем очистки выбросов в атмосферный воздух многоассортиментных производств химической и смежных отраслей промышленности;
- научить использовать специализированное программное обеспечение для решения задач анализа и оценки экологического риска в результате аварии с выбросом опасных химических веществ; прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха источниками выбросов промышленных предприятий химической и смежных отраслей промышленности.

Дисциплина **«Методы синтеза многоассортиментных экологически чистых химических производств»** преподается в 8 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1 Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа

Профессиональных компетенций и индикаторов их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-3. Способен моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности	ПК-3.1. Знает методы идентификации математических описаний энерго- и ресурсосберегающих процессов на основе экспериментальных данных и методы их оптимизации с применением эмпирических и/или физико-химических моделей	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения
			ПК-3.2. Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения задач расчета, моделирования и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов	
			ПК-3.3. Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов, и	

			моделирования, идентификации и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов	экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-4. Способен осуществлять научные исследования в области энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии с использованием информационных компьютерных технологий	ПК-4.1. Знает методы сбора, анализа и систематизации экспериментальных данных, обобщения научно-технической информации в области профессиональной деятельности с использованием информационных компьютерных технологий	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/01.5. Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (уровень
			ПК-4.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии и специализированное программное обеспечение для решения научно-исследовательских задач в области энерго- и ресурсосбережения	
			ПК-4.3. Владеет приемами анализа, обработки, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками	

			подготовки и оформления научно-технических отчетов	квалификации – 5). А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок (уровень квалификации 5).
--	--	--	--	---

Технологический тип задач профессиональной деятельности

Предотвращение (минимизация) негативного воздействия производственной деятельности промышленной организации на окружающую среду	Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-6. Способен формулировать и решать задачи экологической безопасности энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической, нефтехимической и биотехнологической промышленности	ПК-6.1. Знает методы и модели эколого-экономического анализа и прогнозирования последствий негативных воздействий объектов профессиональной деятельности	Профессиональный стандарт 40.117. “Специалист по экологической безопасности (в промышленности)” утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2020 № 569н. Обобщенная трудовая функция С. Разработка и проведение мероприятий по повышению эффективности природоохранной деятельности организации С/01.6. Проведение экологического анализа проектов расширения, реконструкции, модернизации действующих производств, создаваемых новых технологий и оборудования в организации (уровень квалификации – 6). С/02.6. Экологическое обеспечение производства новой продукции в организации (уровень квалификации – 6). С/03.6. Разработка и эколого-экономическое обоснование планов внедрения новой природоохранной
			ПК-6.2. Умеет проводить эколого-экономические расчеты и оценку экологических рисков при разработке новых и совершенствовании существующих энерго- и ресурсосберегающих химических, нефтехимических и биотехнологических производств с использованием специализированного программного обеспечения	
			ПК-6.3. Владеет способами анализа и оценки последствий негативных	

			<p>воздействий предприятий химической промышленности на человека и окружающую среду с использованием информационных компьютерных технологий и специализированных программных средств</p>	<p>техники и технологий в организации (уровень квалификации – 6). С/04.6. Установление причин и последствий аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, подготовка предложений по предупреждению негативных последствий (уровень квалификации – 6).</p>
--	--	--	--	--

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

–нормативно-методические основы обеспечения экологической безопасности химических производств;

–теоретические основы технологического проектирования экологически чистых производств в химической и смежных отраслях промышленности: методы совмещения выпуска многоассортиментной продукции по гибкой технологии с учетом требований экологической безопасности, информационно-признаковые и информационно-логические модели выбора методов и оборудования для очистки стоков и выбросов;

– существующие подходы, методы и алгоритмы синтеза гибких блочно-модульных схем очистки стоков, регенерации растворителей и гибких систем очистки выбросов в атмосферный воздух многоассортиментных производств химической и смежных отраслей промышленности;

– методы и модели прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха источниками выбросов промышленных предприятий;

- подходы, методы и модели анализа и оценки экологического риска различных классов химически опасных объектов.

Уметь:

–проводить анализ химического производства как источника экологической опасности;

–строить логико-графические модели анализа риска различных классов химически опасных объектов;

–решать задачи оценки риска в результате аварий на химически опасных объектах;

–решать задачи прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха источниками выбросов промышленных предприятий и оценки ущербов окружающей среде;

– использовать информационно-признаковые и информационно-логические модели для выбора методов и оборудования для создания гибких схем очистки стоков и выбросов.

Владеть:

–навыками использования блочно-модульного подхода к формированию принципиальных структур гибких схем очистки стоков, регенерации растворителей и гибких систем очистки выбросов в атмосферный воздух многоассортиментных производств химической и смежных отраслей промышленности;

- навыками использования специализированного программного обеспечения для решения задач анализа и оценки экологического риска в результате аварии с выбросом опасных химических веществ; прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха источниками выбросов промышленных предприятий химической и смежных отраслей промышленности.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64,4	48,3
Лекции	0,445	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	0,445	16	12
Самостоятельная работа	2,22	79,6	59,7
Контактная самостоятельная работа	2.22	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы)		79.2	59.4
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
	Введение	<i>4</i>	-	<i>1</i>	-	-	-	-	-	<i>3</i>
1.	Раздел 1. Теоретические основы создания экологически чистых производств в химической и смежных отраслях промышленности	<i>84.5</i>	-	<i>10.5</i>	-	<i>16</i>	-	<i>12</i>	-	<i>46</i>
1.1	Химическое производство как источник экологической опасности	<i>5</i>	-	<i>1</i>	-	<i>2</i>	-	-	-	<i>2</i>
1.2	Нормативно-методические основы обеспечения экологической безопасности химических производств	<i>7</i>	-	<i>0.5</i>	-	<i>0.5</i>	-	-	-	<i>6</i>
1.3	Классификация источников выбросов, сбросов, отходов промышленных предприятий, химической продукции.	<i>14.5</i>	-	<i>1</i>	-	<i>3.5</i>	-	<i>4</i>	-	<i>6</i>
1.4	Основы обеспечения экологической безопасности химических производств с использованием методов анализа риска	<i>24</i>	-	<i>4</i>	-	<i>6</i>	-	<i>2</i>	-	<i>12</i>

1.5	Модели и методы прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха источниками выбросов промышленных предприятий	34	-	4	-	4	-	6	-	20
2.	Раздел 2. Синтез гибких блочно-модульных схем очистки стоков и регенерации растворителей многоассортиментных химических производств	37.5	-	2.5	-	10	-	4	-	21
2.1	Основные этапы синтеза гибких химико-технологических систем в блочно-модульном исполнении и гибких схем очистки стоков и регенерации растворителей.	5	-	0.5	-	1.5	-	-	-	3
2.2	Методы совмещения выпуска многоассортиментной продукции по гибкой технологии с учетом требований экологической безопасности при синтезе схем очистки стоков	6.5	-	0.5	-	2	-	-	-	4
2.3	Задачи выбора методов очистки сточных вод и оборудования для реализации гибких блочно-модульных химико-технологических систем	6.5	-	0.5	-	2	-	-	-	4
2.4	Структурный синтез гибких схем очистки сточных вод	8.5	-	0.5	-	2	-	2	-	4
2.5	Модели и алгоритмы структурно-параметрического синтеза гибких схем очистки стоков	11	-	0.5	-	2.5	-	2	-	6

3.	Раздел 3. Синтез гибких систем очистки выбросов в атмосферный воздух многоассортиментных производств в химической и смежных отраслях промышленности	<i>18</i>	-	<i>2</i>	-	<i>6</i>	-	-	-	<i>10</i>
3.1	Основные этапы синтеза гибких химико-технологических систем и схем очистки выбросов.	<i>3.5</i>	-	<i>0.5</i>	-	<i>1</i>	-	-	-	<i>2</i>
3.2	Методы совмещения технологий выпуска многоассортиментной продукции на универсальных технологических модулях с учетом требований экологической безопасности при проектировании гибких схем очистки выбросов	<i>4</i>	-	<i>0.5</i>	-	<i>1.5</i>	-	-	-	<i>2</i>
3.3	Методы и алгоритмы расчета и выбора оборудования при создании гибких схем очистки выбросов.	<i>5</i>	-	<i>0.5</i>	-	<i>1.5</i>	-	-	-	<i>3</i>
3.4	Модели и алгоритмы структурно-параметрического синтеза гибких экологически чистых производств в химической и смежных отраслях промышленности	<i>5.5</i>	-	<i>0.5</i>	-	<i>2</i>	-	-	-	<i>3</i>
	ИТОГО	144	-	16	-	32	-	16	-	80

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение. Цель и задачи дисциплины. Краткий исторический очерк создания экологически чистых производств в химической и смежных отраслях промышленности. Основные понятия, определения, терминология.

Раздел 1. Теоретические основы создания экологически чистых производств в химической и смежных отраслях промышленности

1.1. Химическое производство как источник экологической опасности. Анализ динамики загрязнения окружающей среды источниками выбросов, сбросов и образования отходов химических предприятий. Современные тенденции в области отнесения предприятий к источникам негативных воздействий и внедрению наилучших доступных технологий.

1.2. Нормативно-методические основы обеспечения экологической безопасности химических производств. Основные нормативные документы, регламентирующие деятельность химических производств: ФЗ «Об экологической экспертизе», ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», ФЗ «Об охране окружающей среды» и другие.

1.3. Классификация источников выбросов, сбросов, отходов промышленных предприятий, химической продукции. Выбор классификационных признаков для классификации стационарных и потенциальных аварийных источников промышленных предприятий. Приоритетные загрязнители, сравнительный анализ отечественных и зарубежных перечней приоритетных загрязнителей и рекомендаций по выбору классификационных признаков. Нормирование показателей качества окружающей среды. Классификация отходов и химической продукции. Методики оценки ущербов окружающей среде при авариях на технологическом оборудовании.

1.4. Основы обеспечения экологической безопасности химических производств с использованием методов анализа риска.

Риск: терминология, классификация, подходы к нормированию.

Основные этапы анализа и оценки экологического риска на территориях, прилегающих к химическим предприятиям.

Методы и модели анализа и оценки экологического риска: классификации, основные расчетные соотношения.

Логико-графические, логические и вероятностные модели анализа и оценки риска периодических химических производств, технологического оборудования с опасными химическими веществами, расположенного на территории предприятий, многоассортиментных химических производств.

1.5. Модели и методы прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха источниками выбросов промышленных предприятий. Основные направления в моделировании загрязнения воздушного бассейна: особенности выбора параметров источника, граничных условий и параметров среды распространения примесей. Подходы к рассеянию примесей легких, нейтральных и тяжелых газов. Модели переноса загрязняющих веществ в атмосферном воздухе: диффузионные, дисперсионные, комбинированные: основные допущения и расчетные соотношения. Рекомендации по выбору методов прогнозирования в зависимости от оперативности прогноза. Основные расчетные соотношения методики расчета концентраций в атмосферном воздухе, содержащихся в выбросах предприятий и методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе. Их сравнительный анализ, допущения, области применения, рекомендации для использования.

Раздел 2. Синтез гибких блочно-модульных схем очистки стоков и регенерации растворителей многоассортиментных химических производств

2.1. Основные этапы синтеза гибких химико-технологических систем в блочно-модульном исполнении и гибких схем очистки стоков и регенерации растворителей. Использование декомпозиционного метода к синтезу структур ХТС. Общие подходы и специфические особенности формирования блочно-модульных принципиальных структур ХТС. Взаимосвязи решаемых задач по материальным, энергетическим и информационным потокам.

2.2. Методы совмещения выпуска многоассортиментной продукции по гибкой технологии с учетом требований экологической безопасности при синтезе схем очистки

стоков. Выбор показателей очистки сточных вод с учетом требований гигиенических нормативов к качеству окружающей среды (воды, почвы), предъявляемым к системам локальной очистки стоков, направляемых в промышленную канализацию, показатели острой и хронической токсичности веществ для водной среды и водоемов (в том числе рыбохозяйственного назначения). Анализ стоков по составу примесей и обоснование технологической, экономической и экологической необходимости объединения стоков в многоассортиментных производствах. Информационно-признаковые, информационно-логические модели технологических стадий и аппаратного оформления гибких блочно-модульных ХТС очистки стоков и регенерации растворителей. Меры сходства составов стоков в пространстве физических, химических, гигиенических и экологических признаков. Классификации стоков химических производств. Методы формализации задач классификации при синтезе гибких схем очистки стоков. Использование евклидова расстояния и других метрик для классификации стоков.

2.3. Задачи выбора методов очистки сточных вод и оборудования для реализации гибких блочно-модульных химико-технологических систем.

2.4. Структурный синтез гибких схем очистки сточных вод. Способы формирования структур гибких схем очистки стоков и регенерации растворителей. Особенности функционирования системы согласующих емкостей. Построение временных диаграмм работы гибких ХТС совместно с гибкими схемами очистки стоков и регенерации растворителей. Модели расчета согласующих емкостей при синтезе гибких схем очистки стоков.

2.5. Модели и алгоритмы структурно-параметрического синтеза гибких схем очистки стоков. Постановки задач структурно-параметрического синтеза гибких схем очистки стоков как задач оптимизации: критерии, ограничения, допущения моделей. Декомпозиционный метод исследования и решения задач. Координирующие соотношения.

Раздел 3. Синтез гибких систем очистки выбросов в атмосферный воздух многоассортиментных производств в химической и смежных отраслях промышленности.

3.1. Основные этапы синтеза гибких химико-технологических систем и схем очистки выбросов.

3.2. Методы совмещения технологий выпуска многоассортиментной продукции на универсальных технологических модулях с учетом требований экологической безопасности при проектировании гибких схем очистки выбросов: по источникам образования отходящих газов и их характеристикам, по возможности использования тепла отходящих газов в сырьевых теплообменниках и другом оборудовании (вращающихся печах, сушилках и т.п.), по источникам выбросов и по эффективности системы очистки.

3.3. Методы и алгоритмы расчета и выбора оборудования при создании гибких схем очистки выбросов. Расчетные соотношения для определения основных конструктивных параметров циклонов, электрофильтров для очистки газовых выбросов от пыли в многоассортиментных производствах. Расчеты концентраций загрязняющих веществ для выбранных систем очистки с использованием рекомендуемых методик и установление предельно допустимых выбросов.

3.4. Модели и алгоритмы структурно-параметрического синтеза гибких экологически чистых производств в химической и смежных отраслях промышленности. Выбор критериев (капитальные затраты, приведенные затраты, ущербы окружающей среде от выбросов стационарных источников) для анализа эффективности решения задач синтеза гибких экологически чистых химических производств.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	– нормативно-методические основы обеспечения экологической безопасности химических производств;	+		
2	– теоретические основы технологического проектирования экологически чистых производств в химической и смежных отраслях промышленности: методы совмещения выпуска многоассортиментной продукции по гибкой технологии с учетом требований экологической безопасности, информационно-признаковые и информационно-логические модели выбора методов и оборудования для очистки стоков и выбросов;		+	+
3	– существующие подходы, методы и алгоритмы синтеза гибких блочно-модульных схем очистки стоков, регенерации растворителей и гибких систем очистки выбросов в атмосферный воздух многоассортиментных производств химической и смежных отраслей промышленности;		+	+
4	– методы и модели прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха источниками выбросов промышленных предприятий;	+		
5	– подходы, методы и модели анализа и оценки экологического риска различных классов химически опасных объектов.	+		
	Уметь:			
6	– проводить анализ химического производства как источника экологической опасности;	+		
7	– строить логико-графические модели анализа риска различных классов химически опасных объектов;	+		
8	– решать задачи оценки риска в результате аварий на химически опасных объектах;	+		
9	– решать задачи прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха источниками выбросов промышленных предприятий и оценки ущербов окружающей среде;	+		+
10	– использовать информационно-признаковые и информационно-логические модели для выбора методов и оборудования для создания гибких схем очистки стоков и выбросов.		+	+
	Владеть:			

11	–навыками использования блочно-модульного подхода к формированию принципиальных структур гибких схем очистки стоков, регенерации растворителей и гибких систем очистки выбросов в атмосферный воздух многоассортиментных производств химической и смежных отраслей промышленности;		+	+
12	- навыками использования специализированного программного обеспечения для решения задач анализа и оценки экологического риска в результате аварии с выбросом опасных химических веществ; прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха источниками выбросов промышленных предприятий химической и смежных отраслей промышленности.	+		+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>универсальные и профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>				
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК		
13	– УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа	+	+
14				
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		
15	– ПК-3. Способен моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности	– ПК-3.1. Знает методы идентификации математических описаний энерго- и ресурсосберегающих процессов на основе экспериментальных данных и методы их оптимизации с применением эмпирических и/или физико-химических моделей	+	+
16		– ПК-3.2. Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения задач расчета, моделирования и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов	+	+

17		– ПК-3.3. Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов, и моделирования, идентификации и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов	+		+
18	- ПК-4. Способен осуществлять научные исследования в области энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии с использованием информационных компьютерных технологий	– ПК-4.1. Знает методы сбора, анализа и систематизации экспериментальных данных, обобщения научно-технической информации в области профессиональной деятельности с использованием информационных компьютерных технологий	+	+	+
19		– ПК-4.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии и специализированное программное обеспечение для решения научно- исследовательских задач в области энерго- и ресурсосбережения	+	+	+
20		ПК-4.3. Владеет приемами анализа, обработки, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки и оформления научно-технических отчетов	+	+	+
21	– ПК-6. Способен формулировать и решать задачи экологической безопасности энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической, нефтехимической и биотехнологической промышленности	– ПК-6.1.Знает методы и модели эколого-экономического анализа и прогнозирования последствий негативных воздействий объектов профессиональной деятельности	+		+
22		– ПК-6.2. Умеет проводить эколого-экономические расчеты и оценку экологических рисков при разработке новых и совершенствовании существующих энерго- и ресурсосберегающих химических, нефтехимических и биотехнологических производств с использованием специализированного программного обеспечения	+		

23		<p>– ПК-6.3. Владеет способами анализа и оценки последствий негативных воздействий предприятий химической промышленности на человека и окружающую среду с использованием информационных компьютерных технологий и специализированных программных средств</p>	+	+	+
----	--	--	---	---	---

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.1	Разбор примеров в области отнесения предприятия к источникам негативных воздействий и внедрению наилучших доступных технологий	2
2	1.2	Разбор примеров классификации опасных производственных объектов на основании рекомендаций ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»	0,5
3	1.3	Разбор примеров задач классификации опасностей химической продукции, представляющей собой индивидуальное вещество	1
4	1.3	Разбор примеров задач классификации опасностей смесевой химической продукции	2
5	1.3	Разбор примеров классификации опасностей отходов	0,5
6	1.4	Построение логико-графических моделей анализа риска на типовом оборудовании ОПО химических производств	2
7	1.4	Составление логических моделей анализа риска на типовом оборудовании ОПО	2
8	1.4	Определение рисков возникновения аварий на опасных производственных объектах с учетом специфики их проектирования и функционирования с использованием вероятностных моделей	2
9	1.5	Прогнозирование загрязнения атмосферного воздуха одиночными источниками выбросов промышленных предприятий	2
10	1.5	Прогнозирование загрязнения атмосферного воздуха группами источников выбросов промышленных предприятий	1
11	1.5	Учет эффектов суммации и трансформации примесей в атмосферном воздухе при рассеянии вредных (загрязняющих) веществ	0,5
12	1.5	Учет рельефа местности и городской застройки при прогнозировании загрязнения воздуха источниками выбросов промышленных предприятий	0,5
13	2.1, 2.2	Использование информационно-признаковых моделей и мер сходства при формировании гибких схем очистки стоков промышленных предприятий с учетом экологических требований	3,5
14	2.3, 2.4	Формирование принципиальных структур гибких многоассортиментных схем очистки стоков и регенерации растворителей	2

15	2.4	Определение размеров согласующих емкостей при синтезе гибких схем очистки стоков и регенерации растворителей	2
16	2.4, 2.5	Построение временных диаграмм функционирования гибких схем очистки стоков	2,5
17	3.1-3.4	Расчет концентраций загрязняющих веществ для выбранных систем очистки выбросов. Их сравнительный анализ	6

6.2 Лабораторные занятия

В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ их число может быть уменьшено. Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Методы синтеза многоассортиментных экологически чистых химических производств*», а также способствует закреплению навыков использования специализированного программного обеспечения для решения задач синтеза многоассортиментных экологически чистых химических производств.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 50 баллов (максимально по 10 баллов за лабораторные работы 1 и 2, 9 баллов за лабораторную работу 3, 20 баллов за лабораторную работу 4, 11 баллов за лабораторную работу 5). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Общий рейтинг по дисциплине представлен далее в разделе 8.1.

Примеры лабораторных работ и модули, которые они охватывают.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1.3	Расчет эколого-экономических последствий аварий на нефтепроводах с использованием специализированного программного обеспечения	2
2	1.3	Классификация отходов с использованием специализированного программного обеспечения	2
3	1.4	Анализ риска на типовом оборудовании ОПО с использованием программного модуля TOXI^{+RISK}	2
4	1.5, 3.4	Прогнозирование загрязнения атмосферного воздуха источниками выбросов промышленных предприятий с использованием специализированного программного обеспечения	6
5	2.4, 2.5	Структурный синтез гибких схем очистки стоков промышленных предприятий и определение размеров согласующих емкостей с использованием специализированного программного обеспечения	4

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к выполнению лабораторных работ;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* (8 семестр) и лабораторного практикума (8 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольной работы (максимальная оценка 10 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 50 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1 Пример контрольной работы №1 для текущего освоения дисциплины

Заданы возможные причинно-следственные взаимосвязи между отказами-ситуациями-факторами – рисками при возможном совмещении ассортимента выпуска пяти продуктов в гибкую схему.

		<i>Ситуации</i>																
<i>Продукты</i>		S_1	S_2	S_3	S_4	S_5		F_1	F_2	F_3	F_4		F'_1	F'_2		R_1	R_2	R_3
P_1		1	0	0	0	1	S_1	1	0	1	1	F_1	1	0	F'_1	1	1	1
P_2		0	1	0	0	1	S_2	0	0	0	1	F_2	1	0	F'_2	1	1	1
P_3		1	0	0	1	0	S_3	1	1	1	0	F_3	0	1	F'_1	1	1	1
P_4		0	0	1	0	0	S_4	0	0	1	0	F_4	0	1	F'_2	1	1	1
P_5		1	0	0	1	0	S_5	1	0	1	1							

1. Построить обобщенные логико-графические модели развития аварии при следующих вариантах совмещения продуктов:

Первый { P_1, P_2, P_3, P_4, P_5 };

Второй { P_2, P_3, P_4 } и { P_1, P_5 };

Третий { P_1, P_3, P_4 } и { P_2, P_5 }.

2. Для всех вариантов определить общие и индивидуальные ситуации и факторы рисков и все возможные сценарии.
3. Для трех вариантов совмещения рассчитать риски возникновения аварий по всем возможным сценариям и выбрать наименее безопасный вариант совмещения.

$$\begin{array}{c} P_{uz} \\ P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ P_4 \\ P_5 \end{array} \begin{array}{ccccc} S_1 & S_2 & S_3 & S_4 & S_5 \\ \left[\begin{array}{ccccc} 0.9 & 0 & 0 & 0 & 0.9 \\ 0 & 0.2 & 0 & 0 & 0.9 \\ 0.7 & 0 & 0 & 0.1 & 0 \\ 0 & 0 & 0.9 & 0 & 0 \\ 0.8 & 0 & 0 & 0.2 & 0 \end{array} \right]
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{c} F_{ij} \\ S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \\ S_5 \end{array} \begin{array}{cccc} F_1 & F_2 & F_3 & F_4 \\ \left[\begin{array}{cccc} 0.1 & 0 & 0.2 & 0.2 \\ 0 & 0 & 0 & 0.4 \\ 0.5 & 0.1 & 0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0.9 & 0 \\ 0.9 & 0 & 0.9 & 0.1 \end{array} \right]
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \\ F_4 \end{array} \begin{array}{cc} F'_1 & F'_2 \\ \left[\begin{array}{cc} 1 & 0 \\ 0.1 & 0 \\ 0 & 0.9 \\ 0 & 0.5 \end{array} \right]
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{c} F'_1 \\ F'_2 \end{array} \begin{array}{ccc} R_1 & R_2 & R_3 \\ \left[\begin{array}{ccc} 1 & 1 & 0.1 \\ 0.1 & 0.9 & 0.9 \end{array} \right]
 \end{array}$$

8.2. Примеры вариантов лабораторных работ для текущего контроля знаний по дисциплине

Пример Лабораторной работы 1 на тему “Расчет эколого-экономических последствий аварий на нефтепроводах с использованием специализированного программного обеспечения”

Задание

1. С использованием специализированного программного обеспечения, реализующего методику балльной оценки провести эколого — экономическую оценку аварии. Произошла разгерметизация трубопровода на участке, проходящем через Ханты-Мансийский автономный округ. Причиной стала незаконная врезка в нефтепровод.

Исходные данные:

Авария произошла 17.08.2018 и температура составляла +18°C;

Объем разлива нефти составил 1,9 м3;

Среднюю плотность нефти принять - 883 кг/м3;

Западно - сибирский экономический район;

Ханты-Мансийского автономного округа;

Из грунтов преобладает подзолистые.

2. Проварьировать температуру от -15°C до +20°C с шагом 5°C. Сделать вывод о наихудших условиях, если авария бы произошла при других условиях.

3. Проварьировать типы грунтов, которые есть в рассматриваемом округе (подзолистые и серые лесные почвы) для условий аварии и худшего по расчетам п.2, сделать выводы.

4. По заданию преподавателя сделать ручной расчет с использованием методики балльной оценки.

Пример лабораторной работы №2 на тему «Классификация отходов с использованием специализированного программного обеспечения»

Задание: С помощью программного модуля «Классификация отходов» провести классификацию заданного отхода и проверить ручным расчетом результаты машинного расчета.

Отход для классификации: Отходы клея на основе каучуков, код вида отхода по ФККО: 5570000000000.

Состав и свойства компонентов отхода:

Состав и свойства компонентов отхода	Каучук	Бензин	Диоксид титана TiO ₂	Растительное масло	Ионол	Бензоила пероксид (по бензойной кислоте)	Полифосфаты
Концентрация, мг/кг	300000	300000	380000	10000	3000	5000	2000
ПДКп (ОДК), мг/кг		0,1					
ПДКв, (ОДУ, ОБУВ), мг/л		0,1				0,6	3,5
Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого использования		3				4	3
ПДКсс (ПДКмр, ОБУВ), мг/м ³		1,5	0,5				
ПДКрз, мг/м ³		300	10			5	10
Класс опасности в атмосферном воздухе		4					
Класс опасности в рабочей зоне		4	4			3	4
Ig (S, мг/л / ПДКв, мг/л)**						3,68	
IgKow (октанол/вода)						1,87	
DL50, мг/кг		14063	12000		890	1700	
DL50кожн, мг/кг		2000	10000		2000	5000	
CL50, мг/м ³		5200	3560				
Канцерогенность		Есть вероятность для животных					
CL50водн, мг/л/96 ч		82	1000			200	
Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке)					Выраженное накопление		

Пример лабораторной работы №3 на тему «Анализ риска на типовом оборудовании ОПО с использованием программного модуля *ТОХИ^{+RISK}*»

Задание

На территории опасного производственного объекта расположены три источника потенциальной опасности (табл. 1)

Таблица 1

Оборудование	Источники опасности				
	Вещество	Масса ЖФ ¹ , кг	Масса ПГФ ² , кг	Давление, кПа абс.	Температура, °С
Резервуар хранения ВХМ TVM011	ВХМ ³	8535	-	600	40
Емкость промежуточного хранения ВХМ TVM012	ВХМ	70320	1296	600	40
Компрессор водорода КМП001	Водород	-	0,89	132	30

¹ Жидкая фаза

² Парогазовая фаза

³ Винилхлорид мономер

Используя вышеуказанные данные и типовые деревья развития опасных ситуаций необходимо:

1. построить поле потенциального риска на территории предприятия и за его пределами (загромождение пространства принять как среднее);
2. определить показатели пожарного риска для персонала объекта и третьих лиц.

В зону аварии могут попасть следующие лица:

I. Персонал объекта:

- 1) Административное здание. Число постоянно находящихся сотрудников – 15 чел. Режим работы – 8-ми часовая 5-дневная рабочая неделя.
- 2) Периметр завода. Число постоянно находящихся сотрудников – 8 чел. Режим работы – сутки через двое.
- 3) Ремонтные мастерские. Число сотрудников – 30 чел. Режим работы – 8-ми часовая 5-дневная рабочая неделя.

II. Третьи лица:

Общежитие. Число жителей – 120 чел.

При расчетах для:

- резервуара хранения ВХМ TVM011 использовать дерево исхода для емкости с ГЖ под давлением с температурой вещества более высокой, чем температура его вспышки;
- емкости промежуточного хранения ВХМ TVM012 использовать дерево исхода для резервуаров, находящихся под давлением, с двухфазной смесью;
- компрессора водорода КМП001 использовать дерево исхода для центробежных компрессоров.

Информацию по деревьям исхода выбрать исходя из справочной системы программного комплекса *ТОКСИ^{+RISK}*.

Пример лабораторной работы №4 на тему «Прогнозирование загрязнения атмосферного воздуха источниками выбросов промышленных предприятий с использованием специализированного программного обеспечения»

Задание

С помощью программных модулей «ОНД-86» (2005-2008 гг.), «МПЗВ» (2013 г.) и модуля «ОНД» программного комплекса TOX^{Risk} провести прогнозирование загрязнения атмосферного воздуха источниками выбросов цеха «Цех 5А» и «Аммиак-4» ОАО «НАК «Азот». Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ, характеристики и составы выбросов представлены в табл. 1, 2 и 3. Определить наиболее опасные метеоусловия.

Требуется:

1. Провести расчёты по заданным значениям на максимальное количество выбросов, газозооушной смеси (г/с) по каждому загрязняющему веществу (при базовых метеоусловиях $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $U = 2 \text{ м/с}$). Полученные результаты сравнить с ПДКм.р..

Таблица 1

ПДК загрязняющих веществ цехов ОАО «НАК «Азот»

№ п/п	Наименование вещества	ПДКмр, мг/м ³	ПДКсс, мг/м ³	ПДКсг мг/м ³
1	Азота диоксид (NO ₂)	0,2	0,1	0,04
2	Азота оксид (NO)	0.4	-	0.06
3	Аммиак	0.2	0.1	0.04
4	Углерода оксид (CO)	5	3	3
5	Сера диоксид	0.5	0.05	-

2. При тех же характеристиках источников варьировать метеоусловия: скорость ветра изменяется от 0,5 до 5,5 м/с с шагом 1.

Определить наиболее неблагоприятные условия. Полученные результаты сравнить с базовыми расчетами.

3. Для наиболее опасного варианта определить ПДВ для каждого источника при значениях фоновых концентраций 0,001 мг/м³ по любому из загрязняющих веществ.

4. Ручным расчетом проверить полученные значения для наиболее опасных примесей и наиболее неблагоприятных метеоусловий.

5. Для примесей, склонных к эффектам суммации, определить необходимость её учёта. Для примесей и групп источников расчеты провести по программному модулю «МПЗВ» (2013 г.)

6. Для группы близко расположенных источников определить их суммарные значения максимальных концентраций (модуль «ОНД» ПК « TOX^{Risk} »).

7. Сравнить расчеты и функциональные возможности программных модулей

Таблица 2

Характеристики источников выбросов цеха «Цех 5А» ОАО «НАК «Азот»

№ источника	Высота, м	Размер сечения устья источника, м	Параметры выбросов источника			Наименование ЗВ	Максимальное количество ЗВ, выбрасываемых в атмосферу, г/с	Суммарное количество ЗВ, выбрасываемых в атмосферу, т/год
			Скорость ГВС на выходе из источника, м/с	Объемный расход ГВС на выходе из источника, м ³ /с	Температура ГВС на выходе из источника, °С			
128-ОВТ	150	1,5	18,2	82,5	150	NO NO ₂ SO ₂ CO NH ₃	10,692 1,642 1,069 123,37 4,359	55,34 23,74 5,27 2884,1 15,6

Таблица 3

Характеристики источников выбросов цеха «Аммиак-4» ОАО «НАК «Азот»

№ источника	Высота, м	Размер сечения устья источника, м	Параметры выбросов источника			Наименование ЗВ	Максимальное количество ЗВ, выбрасываемых в атмосферу, г/с	Суммарное количество ЗВ, выбрасываемых в атмосферу, т/год
			Скорость ГВС на выходе из источника, м/с	Объемный расход ГВС на выходе из источника, м ³ /с	Температура ГВС на выходе из источника, °С			
69	40	3,3	9,7	83,33	200	NO NO ₂ SO ₂ CO NH ₃	10,662 2,666 0,25 6,664 0,833	190,1 15,93 0,7 80,28 12,43

Пример лабораторной работы №5 на тему «Структурный синтез гибких схем очистки стоков промышленных предприятий и определение размеров согласующих емкостей с использованием специализированного программного обеспечения»

Данная работа базируется на ранее выполненных в 7-ом семестре лабораторных работах по курсу «Математическое моделирование и методы синтеза гибких химических производств». В результате выполнения указанного комплекса лабораторных работ подгруппами бакалаврами из 2-х человек были определены структуры гибких или частично совмещенных ХТС для выпуска 3-х продуктов, определены размеры основного оборудования и согласующих емкостей, допустимые диапазоны размеров партий продуктов.

Целью лабораторной работы является исследование количества и составов стоков, необходимости установки емкостей для сбора стоков, образующихся в основных технологических процессах и при промывках оборудования при переходе с выпуска одного продукта на другой продукт.

Необходимо:

1. Изучить технологические регламенты получения продуктов, проверить материальные балансы и определить материальные потоки, направляемые на стадии регенерации, локальной очистки, термического обезвреживания. Исследование выполнить для каждого продукта.

2. Определить возможность совмещения потоков, направляемых на стадии регенерации и локальной очистки.

3. Построить принципиальную схему совмещения основного производства и схемы очистки стоков и многоассортиментного производства. Определить местоположение емкостей между основным многоассортиментным производством по выпуску двух продуктов и схемой очистки стоков и регенерации растворителей.

4. С использованием специализированного программного обеспечения рассчитать размеры емкостей, выбрать из стандартного ряда, определить их количество.

Расчеты провести для минимальных и максимальных размеров партий продуктов для последовательного выпуска ассортимента в полном объеме, полученных при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Математическое моделирование и методы синтеза гибких химических производств» в 7-м семестре. Определить все допустимые варианты. Сделать их сравнительный анализ.

5. С использованием специализированного программного обеспечения рассчитать объемы промывок на основе верхних коэффициентов заполнения 0.85 – для емкостного оборудования и 0.7 – для фильтров и сушилок. Принять, что промывки проводятся однократно, водой при кипячении. Подобрать ёмкости из стандартного ряда.

6. Ручным расчетом по заданию преподавателя проверить результаты машинного расчета. Каждому студенту выдается один вариант на проверку ручным расчетом.

7. Построить временные диаграммы функционирования емкостей для каждого из продуктов для минимальных и максимальных размеров партии. Каждому студенту – не более двух диаграмм. Сделать сравнительные выводы.

8. Сделать выводы по работе.

Технологические регламенты процессов получения продуктов

Технологический регламент процесса получения первого продукта

ТП 1.1. Получение 5-метил-2-пропионилфурана

В эмалированный аппарат Р-4 из мерника М-2 загружают пропионовый ангидрид, а из мерника М-5 ортофосфорную кислоту. Включают мешалку, пускают воду на обратный холодильник Т-8. Реакционный раствор пуском пара нагревают до 131°C за 30 минут. Из

мерника М-9 в течение 30 минут прибавляют 2-метилфуран. Для завершения процесса образования 5-метил-2-пропионилфурана перемешивают ещё в течение 30 минут. Затем массу дают охладиться до 95°C (обычно 30 минут). Для растворения отлагающихся на стенках аппарата смолистых веществ в аппарат Р-4 из мерника М-10 загружают воду и из мерника М-11 хлористый метилен, перемешивают реакционную массу 30 минут. Затем пуском воды в рубашку аппарата Р-4 реакционную массу охлаждают до 20°C в течение 50 минут.

ТП 1.2. Нейтрализация реакционной массы

В аппарат Р-13 загружают воду из мерника М-10 и 25% раствор аммиака из мерника М-12. Перемешивают раствор в течение 15 минут. К полученному раствору загружают хлористый метилен из мерника М-11. Реакционный раствор охлаждают до 5°C в течение 30 минут. В аппарат Р-13 приливают реакционную массу из Р-4. Затем дают выдержку 30 минут.

ТП 1.3. Экстракция 5-метил-2-пропионилфурана

Реакционную массу из аппарата Р-13 передают в делительную воронку Дв-15 для разделения. Дают массе отстояться 1,5 часа. Нижний слой (хлористо-метиленовый раствор) сливают в сборник Сб-16. Экстракцию повторяют ещё раз. Верхний слой сливают в сборник Сб-17.

Материальные потоки на стадиях

ТП 1.1.

Приход			Расход		
Компонент	т	м ³	Компонент	т	м ³
2-метилфуран	2,503	2,748	Реакционная масса	11,500	10,952
Ортофосфорная кислота	0,293	0,170			
Вода	0,743	0,743			
Хлористый метилен – отгон с ТП 1.4.	3,005	2,285			
Пропионовый ангидрид	4,956	5,006			

Материальные потоки для промывки аппарата:

Приход			Расход		
Компонент	т	м ³	Компонент	т	м ³
Хлористый метилен	0,106	0,08	Хлористый метилен	0,106	0,08
Вода	8,903	8,903	Вода	8,903	8,903

ТП 1.2.

Приход			Расход		
Компонент	г	м ³	Компонент	г	м ³
Реакционная масса	11,500	10,952	Реакционная масса	40,440	39,072
Вода	8,799	8,799			
25% раствор аммиака	5,280	5,866			
Хлористый метилен-отгон с ТП	14,862	11,302			

ТП 1.3.

Приход			Расход		
Компонент	г	м ³	Компонент	г	м ³
Реакционная масса	40,440	39,072	Реакционная масса	28,960	23,168
Хлористый метилен отгон с ТП-1.4.	6,468	4,918	Хлористый метилен (пары улавливание)	0,664	0,487
Хлористый метилен	1,310	0,988	Водно-аммиачный и маточный раствор на обезвреживание	18,615	17,968

Технологические регламенты процесса получения второго продукта**ТП-1.1. Получение ангидрида монохлоруксусной кислоты.**

В аппарат Р-1 через люк загружают монохлоруксусную кислоту массой 1,658 тонн ($\rho=1580$ кг/м.куб) и из мерника М-6 уксусный ангидрит с массой 0,816 тонн ($\rho=1071$ кг/м.куб). При этом наблюдается сниженеи температуры реакционной смеси до 6 ± 2 градусов Цельсия. Включают мешалку, дают воду на обратный холодильник Т-4. Пуском пара в рубашку аппарата массу нагревают до температуры 95 ± 2 градусов Цельсия и дают выдержку в этих условиях в течение 1,5 ч. По окончании выдержки пуском холодной воды в рубашку аппарата Р-1 реакционную массу охлаждают до $t=80\pm 2$ градусов Цельсия. Переключают обратный холодильник Т-4 на прямой, включают вакуум- насос ВН-7 и в системе создают остаточное давление 12-13 кПа (95 ± 5 мм ртст). Пуском пара в рубашку аппарата реакционную массу нагревают до $t=98\pm 2$ градусов Цельсия и отгоняют образующуюся в ходе реакции уксусную кислоту с сборник СБ-5. В начале отгонки

температура в парах 62 ± 2 градусов Цельсия; по мере отгонки уксусной кислоты температуру в массе повышают до 112 ± 2 градусов Цельсия и ведут отгонку не вступившего в реакцию уксусного ангидрида в тот же сборник СБ-5. Температура в парах при этом достигает 81 ± 2 градусов Цельсия. Отгонку заканчивают при температуре в массе 118 ± 2 градусов Цельсия и температуре в парах 89 ± 2 градусов Цельсия. Продолжительность отгонки составляет 9-10 ч. Увеличение скорости отгонки приводит к снижению выхода и ухудшению качества целевого продукта -2-хлор -2',6'-ацетксилидида (увеличивается количество побочного продукта -2,6-ацетксилидида). По окончании отгонки вновь переключают прямой холодильник Т-4 на обратный. Пуском холодной воды в рубашку аппарата, реакционную массу охлаждают до температуры 40 ± 2 градусов Цельсия и отключают вакуум-насос ВН-7. К реакционной массе в аппарат Р-1 из мерника М-2 прибавляют 2,6-ксилидин (0,642т; $\rho=986$ кг/м³). Температура массы при этом поднимается с 40 ± 2 градусов Цельсия до 68 ± 2 градусов Цельсия (прибавление ксилидина ведут в течение 40 ± 5 минут). По окончании прибавления ксилидина дают выдержку при перемешивании и температуре 68 ± 2 градусов Цельсия в течение 30 минут. Кислый отгон массой 0,787 тонн ($\rho=1069$ кг/м.куб) из сборника СБ-5 передают на регенерацию уксусной кислоты на стадию ПО-1.

ТП-1.2. Выделение 2-хлор-2',6'-ацетксилидида.

В аппарат Р-9 из мерника М-10 загружают воду, массой 5,831 т ($\rho=1000$ кг/м.куб), включают мешалку и пуском горячей воды в рубашку аппарата воду нагревают до температуры 68 ± 2 градусов Цельсия. Реакционную массу с температурой 68 ± 2 градусов Цельсия из аппарата Р-1 в течение 20-30 минут передают в аппарат Р-9. Более быстрое прибавление приводит к комкованию массы в аппарате Р-9 и остановке мешалки. Закомковавшаяся масса размешивается и измельчается с трудом. Образовавшейся суспензии дают самоохладиться при перемешивании в течение 1 ч и затем, пуском заохоложенной воды в рубашку аппарата Р-9 реакционную массу охлаждают до температуры 20 ± 2 градусов Цельсия. Охлажденную до указанной температуры массу передают на фильтрацию на стадию ТП-1.3. Реакционную массу массой 2,288 т ($\rho=1048$ кг/м.куб) из аппарата Р-1 целесообразно передавать в аппарат Р-9 через обогреваемый нижний спуск с целью полного удаления из аппарата реакционной массы. В этом случае может быть исключена межоперационная подготовка аппарата (промывка и сушка) Р-1.

ТП-1.3. Фильтрация 2-хлор-2',6'-ацетксилидида.

Суспензию массой 8,114 тонн ($\rho=1008$ кг/м.куб) со стадии ТП-1.2 фильтруют на друк-филт্রে (или центрифуге) Ф-12 (0,5 ч). Осадок на филт্রে промывают водой массой 1,421 тонн ($\rho=1000$ кг/м.куб) через аппарат Р-9 до рН промывных вод 4. Осадок отжимают в течение 1 ч. Пасту массой 1,398 тонн ($\rho=1156$ кг/м.куб) без сушки передают на ТП-2. Маточный раствор и промывание воды массой 8,042 тонн ($\rho=1056$ кг/м.куб) направляют в сборник СБ-13 и затем на обезвреживание. Потери на филт্রে составляют 0,095 тонн ($\rho=1158$ кг/м.куб).

Материальные потоки на стадиях

№ стадий	Аппарат	Реагент	Вход на стадию			Выход со стадии		
			м, т	V, м ³	ρ , кг/м ³	м, т	V, м ³	ρ , кг/м ³
ТП-1.1	Р-1	Уксусный ангидрид	0,816	0,762	1071			
		Монохлоруксусная кислота	1,653	1,046	1580			
		2,6-ксилидин	0,642	0,651	986			
		Кислый отгон на ПО-1				0,828	0736	1069

		Реакционная масса				2,283	1,723	1325
		Итого	3,111т			3,111т		
ТП-1.2	Р-9	РМ с ТП-1.2	2,283	1,723	1325			
		Вода	5,831	5,831	1000			
		Реакционная масса				8,114	7,554	1074
		Итого	8,114т			8,114т		
ТП-1.3	Ф-12	РМ с ТП-1.2	8,114	7,554	1074			
		Вода	1,421	1,421	1000			
		Фильтрат и промывные воды на обезвреживание	0,145	0,145	1000			
		Вода отработанная на обезвреживание				8,042	7,612	1056
		Потери на фильтре				0,095	0,082	
		РМ				1,398	1,363	1026
		Итого	9,535т			9,535т		

Технологический регламент процесса получения третьего продукта

ТП-7.1. Получение ацетата основания арбидола.

Ацетат основания арбидола получают аминотетилированием тиюиндола смесью диметиламина и формалина в уксусной кислоте. На 1 моль тиюиндола расходуют 1,2 моля формалина, 2,6 моля диметиламина и 15 молей уксусной кислоты. Большой избыток диметиламина объясняется его высокой летучестью. Уксусная кислота используется как реагент и растворитель. Реакцию проводят при 69-71⁰С. При более низкой температуре реакция не проходит до конца, при более высокой – сопровождается усилением смолообразования. В аппарат Р-43 загружают из мерника М-37 уксусную кислоту, пуском воды в рубашку охлаждают ее до 18-20⁰С.

Затем пуском горячей воды в рубашку аппарата массу нагревают до 70±1⁰С и перемешивают при этой температуре, пока содержание тиюиндола в реакционной массе будет не более 0,2%. Обычно на это требуется 30 минут. Визуальным признаком прохождения реакции является образование из суспензии раствора. Раствор охлаждают до 20⁰С и передают на ТП-7.2. в мерник М-47. Общее время на стадию около 1,5 часа.

ТП-7.2. Выделение основания арбидола.

В аппарат Р-48 из мерника М-36 загружают воду и при перемешивании через люк – едкий натр. Образовавшийся раствор охлаждают пуском воды в рубашку аппарата до 16-18⁰С, из мерника М-47 прибавляют раствор ацетата основания арбидола в уксусной кислоте в ТП-7.1 в течение 1-0,5 часов (со скоростью 2,0 кг/час). Быстрое прибавление уксусного раствора, а также повышение температуры при нейтрализации вызывают комкование осадка основания арбидола и его плохую фильтрацию. Суспензию перемешивают еще 40 минут и передают на фильтрацию на ТП-7.3.

ТП-7.3. Фильтрация и промывка.

Основание арбидола отфильтровывают на фильтре Ф-5, фильтрующий материал – бязь. Осадок промывают водой из мерника М-36 через аппарат Р-48 до рН 7 промывной водой. Маточник и промывную воду направляют на обезвреживание. Длительность фильтрации принять 2 часа. Пасту технического основания арбидола направляют на сушку.

Материальные потоки на стадиях

№ стадий	Аппарат	Реагент	Вход на стадию			Выход со стадии		
			м, т	V, м ³	ρ, кг/м ³	м, т	V, м ³	ρ, кг/м ³

ТП-7.1	Р-43	Уксусная кислота	3,462	3,236	1070			
		Диметиламин	1,373	0,697	1970			
		Формалин	0,388	0,294	1320			
		Тиоиндол	1,609	0,215	7500			
		РМ на ТП-7.2				6,832	7,169	953
Итого			6,832 т			6,832 т		
ТП-7.2.1	Р-48	Вода	48,646	48,646	1000			
		Гидроксид натрия	2417	1,135	2130			
		РМ на ТП-7.2.2				51,063	25,229	2024
ТП-7.2.2	Р-48	РМ с ТП-7.1	6,832	7,169	953			
		РМ с ТП-7.2.1	51,063	25,229	2024			
		Вода промывная	0,145	0,145	1000			
		Вода отработанная на обезвреживание				0,145	0,145	1000
		РМ на ТП-7.3				57,895	32,363	1788,9
Итого			58,185 т			58,185 т		
ТП-7.3	Ф-5	РМ с ТП-7.2.2	57,895	32,363	1788,9			
		Вода (промывка)	59,688					
		Маточник на обезвреживание				54,158		
		Вода промывная на обезвреживание				59,456		
		РМ				3,929	3,143	1250
Итого			117,583 т			117,583 т		

Ряды типового оборудования для выбора емкостей выбираются из каталогов типового оборудования, ежегодно обновляемых по материалам международной выставки «Химия». Данные материалы со ссылками на предприятия-изготовители оборудования предоставляются обучающимся на сайте Междисциплинарной автоматизированной системы обучения (<http://cis.muotr.ru/alk/>), доступно по локальной сети кафедры. Могут также быть заданы исходные данные из полученных ранее расчетов по размерам оборудования, размерам партий продуктов и их количеству. Для построения временных диаграмм задаются длительности стадий и промывок оборудования при переходе с продукта на продукт

Таблица размеров оборудования

№ стадии	Тип оборудования	Объем аппарата, м ³ 1 продукт		Объем аппарата, м ³ 2 продукт		Объем аппарата, м ³ 3 продукт	
		Min размер партии (201кг)	Max размер партии (783кг)	Min размер партии (152кг)	Max размер партии (874кг)	Min размер партии (158кг)	Max размер партии (2229кг)
		1	Реактор	0,3	1,5	0,2	1,5

2	Фильтр	10	10	2	10	2	10
3	Сушилка	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	12,3

Таблица аппаратов емкостных

Рабочий объем, м³	0,005	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,30
	0,5	0,8	1	5	6,3	10	16

Таблица длительности стадий, ч

	1 стадия	2 стадия	3 стадия
1 продукт	4	2	8
2 продукт	4,5	2,5	6
3 продукт	2	0,5	3,5

Таблица длительностей переналадок (матрица переналадок), ч

	Аппарат 1			Аппарат 2			Аппарат 3		
Продукты	Эмокси пин	Лидокаин	Арбидол	Эмокси пин	Лидокаин	Арбидол	Эмокси пин	Лидокаин	Арбидол
Эмоксипин	0	3	3	0	5	5	0	5	5
Лидокаин	3	0	3	5	0	5	5	0	5
Арбидол	3	3	0	5	5	0	5	5	0

Таблица с исходными данными

Размер партии, (кг)	Подобранный объем (общий) для каждой стадии, (м ³)		Время выпуска, (ч)	Капитальные затраты, (у.е.)	Реальный коэф. заполнения			Число партий	
	1ст.	2ст.			1ст.	2ст.	3ст.	1ст.	2ст.
Min 201 152 158	1ст.	0,3	811	1110	1ст.	1прод. 2прод. 3прод.	0,817 0,497 0,511	1прод. 2прод. 3прод.	40 53 51
	2ст.	10			2ст.	1прод. 2прод. 3прод.	0,179 0,122 0,05		
	3ст.	4,5			3ст.	1прод. 2прод. 3прод.	0,05 0,05 0,068		
Max 783 874 2229	1ст.	3	149	1430	1ст.	1прод. 2прод. 3прод.	0,637 0,571 0,721	1прод. 2прод. 3прод.	10 9 4
	2ст.	10			2ст.	1прод. 2прод. 3прод.	0,699 0,699 0,7		
	3ст.	12,3			3ст.	1прод. 2прод. 3прод.	0,139 0,286 0,353		

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (8 семестр – зачет с оценкой).

Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (зачет с оценкой)

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов.

В зависимости от режима обучения очно или с использованием дистанционных образовательных технологий зачет с оценкой может проводиться либо устно по билетам, либо в виде итогового теста по теоретическому материалу дисциплины и задачи.

8.3.1 ИТОГОВЫЙ ТЕСТ (20 баллов) и ЗАДАЧА (20 баллов)

Зачет с оценкой включает выполнение итогового теста из 20 баллов и решения письменной задачи из 20 баллов. Для подготовки к тесту подготовлен банк тестовых заданий, включающий 120 вопросов по 7 категориям, подготовлено 9 тестов самоконтроля знаний. Итоговый тест формируется случайным образом из общего банка вопросов.

При освоении обучающимися дисциплины с использованием исключительно дистанционных образовательных технологий зачет с оценкой сдается в виде итогового теста из 40 баллов. Причем в итоговый тест, наряду с теоретическими вопросами, включаются небольшие практические задания по классификации ОПО и др.

Пример итогового теста (20 баллов)

1. Сопоставьте определения, соответствующие следующим понятиям:

Химическое вещество или соединение, которое в случае нарушения требований безопасности может вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья.	Опасное химическое вещество
Химическое вещество, прямое или опосредованное воздействие которого на человека может вызвать острые и хронические заболевания людей или их гибель.	Вредное вещество
Химическое вещество или смесь веществ, в том числе радиоактивных, и микроорганизмов, которые поступают в атмосферный воздух, содержатся и (или) образуются в нем и которые в количестве и (или) концентрациях, превышающих установленные нормативы, оказывают негативное воздействие на окружающую среду, жизнь, здоровье человека	Ресурсосберегающая технология
Любые потоки вещества, энергии и информации, непосредственно образующиеся в окружающей среде или планируемые в результате антропогенной деятельности и приводящие к изменениям окружающей среды.	Потенциально опасное вещество
Производство и реализация конечных продуктов с минимальным расходом вещества и энергии на всех этапах	Воздействие на окружающую среду

<p>производственного цикла (от добывающих до сбывающих отраслей) и с наименьшим воздействием на человека и природные системы. При этом должны учитываться все расходы на промежуточные этапы производства, на единицу производимой (готовой) продукции или единицу ее эффективности. Обычно в понятие ресурсосберегающая технология включается требование минимизации используемых природных ресурсов и минимального нарушения естественных (природных) условий.</p>	
<p>Технология, позволяющая получать технически достижимый (возможный) минимум твердых, жидких, газообразных и тепловых отходов и выбросов.</p>	Загрязняющее вещество
<p>Вещество, которое вследствие своих физических, химических, биологических или токсикологических свойств предопределяет собой опасность для жизни и здоровья людей, для сельскохозяйственных животных и растений</p>	Экологически чистая технология

2. Сопоставьте определения, соответствующие следующим понятиям:

<p>Отходы, которые в настоящее время не могут быть использованы в народном хозяйстве, либо их использование экономически, экологически и социально нецелесообразно</p>	Норматив образования отходов
<p>Информационно-нормативный машинно-ориентированный документ, в котором представлены основные характеристики конкретных отходов, определяющие современную инфраструктуру работ, безопасность и ресурсосбережение при обращении с ним</p>	Объекты размещения отходов
<p>Экономический или технический показатель, значение которого ограничивает количество отходов конкретного вида, образующихся в определенном месте при указываемых условиях в течение установленного интервала времени</p>	Неиспользуемые отходы
<p>Отсутствие недопустимого риска для окружающей среды со стороны отхода на этапах его утилизации, захоронения и/или уничтожения</p>	Технический паспорт отходов
<p>Полигоны, шламохранилища, хвостохранилища и другие сооружения, обустроенные и эксплуатируемые в соответствии с экологическими требованиями, а также специально оборудованные места для хранения отходов на предприятиях в определенных количествах и на установленные сроки</p>	Объекты размещения отходов

3. Что такое приоритетные загрязнители? Приведите примеры. (Вопрос реализован в форме «Эссе». Приводится обучающимся в свободной форме, проверяется и оценивается преподавателем.)

4. Сопоставьте определения:

Загрязнение окружающей среды, формирующееся в результате изменения ее естественных химических свойств или при поступлении в среду химических веществ, несвойственных ей, а также в концентрациях, превышающих фоновые (естественные) среднесуточные колебания количеств каких-либо веществ для рассматриваемого периода времени	Химическая опасность
Опасность, связанная с химическими веществами или процессами	Экологическая опасность
Угроза жизненно важным интересам личности, общества, государства, мирового сообщества в целом и окружающей природной среде в результате антропогенных и природных воздействий на них	Химическое загрязнение

5. Какие модели называются дисперсионными?

- модели концентрационного поля, выражаемые в явном виде с помощью распределений концентрации загрязняющего вещества в пространстве, подчиняющихся нормальному закону
- модели, описывающие турбулентное рассеяние загрязняющего вещества с учетом массо-, теплообмена, интенсивность которых изменяется в пространстве и во времени
- упрощенные модели поля, предполагающие что облако тяжелого газа можно рассматривать как набор тонких горизонтальных слоев, между которыми имеется массообмен и обмен энергией
- модели, полученные из полуэмпирического уравнения турбулентной диффузии

6. Что включает оценка риска и последствий аварий на опасном производственном объекте?

- оценку вероятности возникновения риска в результате аварии
- оценку вероятностей ошибочных действий обслуживающего персонала
- оценку состава и количества образующихся отходов
- оценку оперативности действий аварийных служб предприятия
- стоимостную оценку материального и экологического ущерба
- оценку ущерба человеку, окружающей среде, материальным ценностям

7. Вещества каких типов используются, получают, перерабатываются на опасных производственных объектах:

- | | |
|--------------------|-------------------------|
| а) окисляющие | ж) самовоспламеняющиеся |
| б) остро токсичные | з) воспламеняющиеся |
| в) горючие | и) взрывчатые |

<p>времени из технологических установок, емкостей для хранения или транспортирования опасного химического вещества или продукта в количестве, способном вызвать химическую аварию</p>	
<p>Газопылевые вещества, подлежащие выводу (выбросу в атмосферу) за пределы производства, включая входящие в них опасные и/или ценные компоненты, которые улавливают при очистке отходящих технологических газов и ликвидируют в соответствии с требованиями национального законодательства и/или нормативных документов</p>	<p>Выброс опасного химического вещества</p>

10. Какие подходы могут использоваться для анализа риска:

- техногенный
- инженерный
- производственный
- нормативный
- информационно-управляющий
- управления в ЧС
- системный
- информационный
- экологический
- феноменологический
- инженерно-технический
- технологический

11. Какие составляющие включаются в оценку приведенных затрат на гибкую схему ХТС и схему очистки стоков?

- затраты на оплату рабочих мест;
- амортизационные отчисления;
- затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание;
- затраты на оплату труда производственного персонала;
- капитальные затраты на основное оборудование и вспомогательные емкости всех типов;
- затраты на капитальный ремонт оборудования;
- стоимость материалов;
- затраты на топливо и энергию;
- стоимость сырья;
- затраты на полуфабрикаты собственного производства;
- затраты на транспортировку продукции и сырья;
- стоимость возвратных отходов.

12. Классифицируйте риски по следующим признакам:

1. Источник риска
2. Характер наносимого ущерба (объект воздействия)
3. Уровень опасности

4. По частоте воздействия

5. По восприятию людьми

систематический	
экономический	
принудительный	
социальный	
природно-техногенный	
периодический	
разовый	
приемлемый	
пренебрежимый	
добровольный	
техногенный	
индивидуальный	
экологический	
потенциальный территориальный	
природный	
коллективный	
чрезмерный	

13. Сопоставьте основные подходы к моделированию в соответствии с их определением.

Основывается на законе сохранения массы, предполагает однородность основного движения по осям координат и использование обычных приёмов осреднения турбулентных характеристик, состоящих из средних и пульсационных компонент	Теория подобия
---	----------------

Используется при моделировании в тех случаях, когда в силу сложности рельефа местности и застроек невозможно правильно оценить граничные условия и направления движения воздушных потоков, а поэтому приходится использовать гидравлические модели	Теория диффузии загрязняющего вещества
Связывается с использованием инструментальных способов определения формы выбросов, траектории распространения загрязнения, условий диффузии. Данный подход применим для решения задач оперативного прогноза и управления, но не долгосрочного планирования	Классическая статистическая теория
Даёт описание атмосферной турбулентности в терминах её интенсивности, шкалы и спектральных свойств. Она позволяет изучить историю движения индивидуальных частиц и определить статистические характеристики, необходимые для описания диффузии	Прямое экспериментальное исследование

14. Какие факторы влияют на точность прогноза?

- выбор предикторов
- учет метеорологических факторов
- учет синоптической обстановки
- оперативность прогноза
- тип источника загрязнения
- точность датчиков

15. К какой категории относится объект, осуществляющий хозяйственную деятельность по производству нефтепродуктов?

- I категории
- II категории
- III категории
- IV категории

16. Какое воздействие оказывает производство таких солей, как хлорид аммония, хлорат калия, карбонат калия, карбонат натрия?

- значительное негативное воздействие;
- незначительное негативное воздействия;
- опасное негативное воздействие;
- не оказывают негативное воздействие

17. Как определяют длительность завершения технологического цикла выпуска i-го или N-го продукта? (вопрос типа «Вложенный ответ»)

Длительность завершения технологического цикла выпуска i-го продукта \ устанавливаются _____ между _____ временем _____ операций (регенерации, промывок после лимитирующей стадии и последующих стадий после нее), проходящих _____ лимитирующей

стадией и после нее и временем _____ стадии при производстве _____ партии *i*-го продукта.

18. К веществам, представляющим опасность для окружающей среды, относятся вещества, характеризующиеся в водной среде следующими показателями острой токсичности:

- средняя ингибирующая концентрация при воздействии на водоросли в течение 96 часов не более 15 миллиграммов на литр
- средняя смертельная доза при ингаляционном воздействии на рыбу в течении 96 часов не более 10 миллиграммов на литр
- средняя концентрация яда, вызывающая определенный эффект при воздействии на дафнии в течение 48 часов, не более 10 миллиграммов на литр
- средняя концентрация яда, вызывающая определенный эффект при воздействии на дафнии в течение 96 часов, не более 15 миллиграммов на литр
- средняя ингибирующая концентрация при воздействии на водоросли в течение 72 часов не более 10 миллиграммов на литр
- средняя смертельная доза при ингаляционном воздействии на рыбу в течении 96 часов не более 20 миллиграммов на литр

19. К высокотоксичным веществам относятся вещества, имеющие характеристики:

- средняя смертельная доза при нанесении на кожу не более 50 миллиграммов на кг
- средняя смертельная доза при нанесении на кожу от 50 миллиграммов на 1,5 килограмма включительно
- средняя смертельная концентрация в воздухе от 1,5 миллиграмма на литр до 2 миллиграммов на литр включительно
- средняя смертельная доза при введении в желудок не более 15 миллиграммов на кг
- средняя смертельная концентрация в воздухе не более 0,5 миллиграмма на литр
- средняя смертельная доза при введении в желудок от 15 миллиграммов на килограмм до 20 миллиграммов на килограмм включительно

20. Классифицируйте модели и методы с точки зрения их применимости к различным типам прогноза:

1. Экспертский и оперативный
2. Краткосрочный и долгосрочный

модель множественной линейной регрессии	
модель «ящика»	
модель «клубка»	
модель «факела»	
статистические методы	
численные методы	

модель нелинейной регрессии	
модель конечно-разностная	
методы распознавания образов	

8.3.2 Примеры задач для зачета с оценкой (20 баллов)

Пример задачи №1

Для источников со следующими характеристиками:

N	Наименование	Высота, м	Диаметр, м	Скорость, м/с	Объем, м ³ /с	Температура, град.	Производительность, г/с	Вещество
Цех «Виброкрекинг»								
8	Печь 1 дым.труба	40	1,4	7,9	12,2	300	10	H ₂ S
9	Печь 2 дым.труба	40	1,4	7,9	12,2	300	10	SO ₂
10	Печь 3 дым.труба	40	1,4	7,4	11,4	450	15	углеводороды

Загрязняющие вещества: сероводород, ПДКм.р. = 0,008 мг/м³; углеводороды, ПДКм.р. = 200 мг/м³; SO₂, ПДКм.р. = 0,5 мг/м³

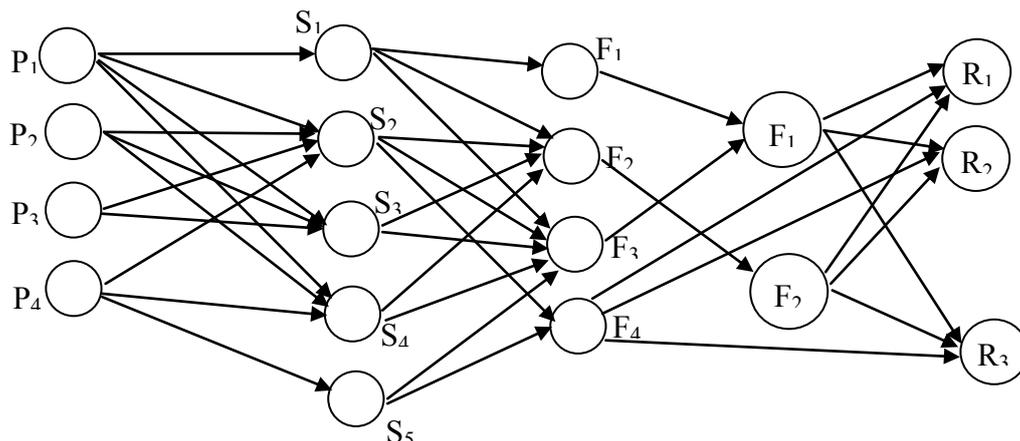
Определить:

1. Максимальные концентрации примеси (C_{max}) при значении коэффициента $A=140$; $\eta=1$, $F'=2$ при температуре окружающей среды $T_B = -15^{\circ}C$, $u=3$ м/с.
2. Расстояние, на котором образуется максимальная концентрация (X_{max}) от каждого источника.
3. Значения концентраций вдоль оси направления ветра $C(X)$ при следующих значениях $X=100$; 300; 500, 700 и 900 м от каждого источника.
4. Построить графики данной зависимости для каждого загрязняющего вещества.
5. Провести расчет загрязнения атмосферного воздуха для случая, если рассматривать 2 одиночных источника, расположенных в одном цехе как группу источников с одинаковыми характеристиками (диаметр, высота, скорость и температура выхода газовой смеси)
6. Сравнить результаты, полученные в п.1-4 и п.5.

Пример задачи №2

Анализ и оценка риска возникновения аварии

Задана обобщенная логико-графическая модель развития аварии на многоассортиментном производстве четырех продуктов.



1. Определить все возможные сценарии развития аварии; общие и индивидуальные ситуации и факторы риска.
2. Записать логическую модель анализа риска.
3. Предложить все возможные варианты совмещения ассортимента.
4. Для любых двух из предложенных вариантов, содержащих по 3 и одному продукта построить логико-графические модели и определить количество индивидуальных и общих ситуаций и количество сценариев развития аварии.
5. Для заданного варианта и двух выбранных рассчитать риски возникновения аварий по всем возможным сценариям и выбрать наименее безопасный вариант совмещения при следующих исходных данных:
 - вероятности возникновения индивидуальных ситуаций для любого из продуктов равны 0,9;
 - возникновение общих ситуаций от любого из производств – равновероятно;
 - вероятности возникновения факторов определяются:

$$\begin{matrix}
 & F_1 & F_2 & F_3 & F_4 \\
 S_1 & \begin{bmatrix} 0.1 & 0.9 & 0.3 & 0 \end{bmatrix} \\
 S_2 & \begin{bmatrix} 0 & 0.9 & 0.2 & 0.9 \end{bmatrix} \\
 S_3 & \begin{bmatrix} 0 & 0.1 & 0.9 & 0 \end{bmatrix} \\
 S_4 & \begin{bmatrix} 0 & 0.2 & 0.8 & 0 \end{bmatrix} \\
 S_5 & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.1 & 0.9 \end{bmatrix}
 \end{matrix}
 \quad
 \begin{matrix}
 & F_1' & F_2' \\
 F_1 & \begin{bmatrix} 0.1 & 0 \end{bmatrix} \\
 F_2 & \begin{bmatrix} 0 & 0.9 \end{bmatrix} \\
 F_3 & \begin{bmatrix} 0.9 & 0 \end{bmatrix} \\
 F_4 & \begin{bmatrix} - & - \end{bmatrix}
 \end{matrix}
 \quad
 \begin{matrix}
 & R_1 & R_2 & R_3 \\
 F_1' & \begin{bmatrix} 0.9 & 0.9 & 0.8 \end{bmatrix} \\
 F_2' & \begin{bmatrix} 0.7 & 0.8 & 0.1 \end{bmatrix} \\
 F_4 & \begin{bmatrix} 0.1 & 0.2 & 0.4 \end{bmatrix}
 \end{matrix}$$

8.3.3 Вопросы к зачету с оценкой для промежуточной аттестации (при устном проведении зачета с оценкой)

1. Краткий исторический очерк создания экологически чистых производств в химической и смежных отраслях промышленности. Основные понятия, определения, терминология.

2. Химическое производство как источник экологической опасности. Анализ динамики загрязнения окружающей среды источниками выбросов и сбросов химических предприятий.

3. Современные тенденции в области отнесения предприятий к источникам негативных воздействий и внедрению наилучших доступных технологий.

4. Нормативно-методические основы обеспечения экологической безопасности химических производств. Основные нормативные документы, регламентирующие

деятельность химических производств: ФЗ «Об экологической экспертизе», ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», ФЗ «Об охране окружающей среды» и другие.

5. Классификация источников выбросов. Выбор классификационных признаков для классификации стационарных и потенциальных аварийных источников выбросов и сбросов промышленных предприятий.

6. Приоритетные загрязнители, сравнительный анализ отечественных и зарубежных перечней приоритетных загрязнителей и рекомендаций по выбору классификационных признаков.

7. Нормирование показателей качества окружающей среды.

8. Классификация отходов промышленных предприятий. Алгоритмы классификации опасности отходов для человека и окружающей среды

9. Классификация опасностей химической продукции. Современный подход.

10. Основы обеспечения экологической безопасности химических производств с использованием методов анализа риска.

11. Риск: терминология, классификация, подходы к нормированию.

12. Основные этапы анализа и оценки экологического риска на территориях, прилегающих к химическим предприятиям.

13. Методы и модели анализа и оценки экологического риска: классификации, основные расчетные соотношения.

14. Логико-графические, логические и вероятностные модели анализа и оценки риска периодических химических производств,

15. Логико-графические, логические и вероятностные модели анализа и оценки риска технологического оборудования с опасными химическими веществами, расположенного на территории предприятий

16. Логико-графические, логические и вероятностные модели анализа и оценки риска многоассортиментных химических производств.

17. Модели и методы прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха источниками выбросов промышленных предприятий. Основные направления в моделировании загрязнения воздушного бассейна: особенности выбора параметров источника, граничных условий и параметров среды распространения примесей.

18. Подходы к рассеянию примесей легких, нейтральных и тяжелых газов. Модели переноса загрязняющих веществ в атмосферном воздухе: диффузионные, дисперсионные, комбинированные: основные допущения и расчетные соотношения.

19. Рекомендации по выбору методов прогнозирования в зависимости от оперативности прогноза.

20. Основные расчетные соотношения методики расчета концентраций в атмосферном воздухе, содержащихся в выбросах предприятий и методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе. Их сравнительный анализ, допущения, области применения, рекомендации для использования.

21. Основные этапы синтеза гибких химико-технологических систем в блочно-модульном исполнении и гибких схем очистки стоков и регенерации растворителей. Использование декомпозиционного метода к синтезу структур ХТС.

22. Основные этапы синтеза гибких химико-технологических систем в блочно-модульном исполнении и гибких схем очистки стоков и регенерации растворителей. Общие подходы и специфические особенности формирования блочно-модульных принципиальных структур ХТС. Взаимосвязи решаемых задач по материальным, энергетическим и информационным потокам.

23. Методы совмещения выпуска многоассортиментной продукции по гибкой технологии с учетом требований экологической безопасности при синтезе схем очистки стоков.

24. Выбор показателей очистки сточных вод с учетом требований гигиенических

нормативов к качеству окружающей среды (воды, почвы), предъявляемым к системам локальной очистки стоков, направляемых в промышленную канализацию, показатели острой и хронической токсичности веществ для водной среды и водоемов (в том числе рыбохозяйственного назначения).

25. Анализ стоков по составу примесей и обоснование технологической, экономической и экологической необходимости объединения стоков в многоассортиментных производствах.

26. Информационно-признаковые, информационно-логические модели технологических стадий и аппаратного оформления гибких блочно-модульных ХТС очистки стоков и регенерации растворителей.

27. Меры сходства составов стоков в пространстве физических, химических, гигиенических и экологических признаков.

28. Классификации стоков химических производств. Методы формализации задач классификации при синтезе гибких схем очистки стоков. Использование евклидова расстояния и других метрик для классификации стоков.

29. Задачи выбора методов очистки сточных вод и оборудования для реализации гибких блочно-модульных химико-технологических систем.

30. Структурный синтез гибких схем очистки сточных вод. Способы формирования структур гибких схем очистки стоков и регенерации растворителей.

31. Особенности функционирования системы согласующих емкостей при синтезе гибких схем очистки стоков и регенерации растворителей.

32. Построение временных диаграмм работы гибких ХТС совместно с гибкими схемами очистки стоков и регенерации растворителей.

33. Модели расчета согласующих емкостей при синтезе гибких схем очистки стоков.

34. Модели и алгоритмы структурно-параметрического синтеза гибких схем очистки стоков. Постановки задач структурно-параметрического синтеза гибких схем очистки стоков как задач оптимизации: критерии, ограничения, допущения моделей. Декомпозиционный метод исследования и решения задач. Координирующие соотношения.

35. Синтез гибких систем очистки выбросов в атмосферный воздух многоассортиментных производств в химической и смежных отраслях промышленности. Основные этапы синтеза гибких химико-технологических систем и схем очистки выбросов.

36. Методы совмещения технологий выпуска многоассортиментной продукции на универсальных технологических модулях с учетом требований экологической безопасности при проектировании гибких схем очистки выбросов. Привести примеры.

37. Методы и алгоритмы расчета и выбора оборудования при создании гибких схем очистки выбросов (привести примеры). Расчеты концентраций загрязняющих веществ для выбранных систем очистки с использованием рекомендуемых методик и установление предельно допустимых выбросов.

38. Модели и алгоритмы структурно-параметрического синтеза гибких экологически чистых производств в химической и смежных отраслях промышленности. Выбор критериев (капитальные затраты, приведенные затраты, ущербы окружающей среде от выбросов постоянно-действующих источников) для анализа эффективности решения задач синтеза гибких экологически чистых химических производств.

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

3.4 Структура и примеры билетов для зачета с оценкой

<p>«УТВЕРЖДАЮ» Заведующий кафедрой КХТП _____ М.Б. Глебов «_____» _____ 20 г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования Российской Федерации</p> <p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Кафедра кибернетики химико-технологических процессов 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии Профиль «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика» Дисциплина «Методы синтеза многоассортиментных экологически чистых химических производств»</p>
---	--

Билет №3

1. Основные направления в моделировании загрязнения воздушного бассейна: особенности выбора параметров источника, граничных условий и параметров среды распространения примесей. Подходы к рассеянию примесей легких, нейтральных и тяжелых газов.
2. Заданы возможные причинно-следственные взаимосвязи между отказами-ситуациями-факторами – рисками по уровням развития аварии:

1 уровень					2 уровень				
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄		F ₁	F ₂	F ₃	F ₄
P ₁	1	0	0	0	S ₁	1	1	0	0
P ₂	1	0	0	0	S ₂	0	1	1	1
P ₃	0	1	0	0	S ₃	0	0	1	1
P ₄	1	0	1	1	S ₄	1	1	1	1
P ₅	0	1	1	0					

3 уровень					4 уровень			
	F' ₁	F' ₂	F' ₃	F' ₄		R ₁	R ₂	R ₃
F ₁	1	1	0	0	F' ₁	1	1	0
F ₂	0	1	1	0	F' ₂	1	1	1
F ₃	1	0	0	0	F' ₃	1	1	1
F ₄	0	0	1	1	F' ₄	1	0	1

- Построить обобщенную логико-графическую модель развития аварии.
- Определить все возможные сценарии развития аварии.
- Записать логическую модель анализа риска.
- Рассчитать вероятности возникновения рисков для всех сценариев развития аварии при следующих исходных данных:

1 уровень					2 уровень				
P _{ij}	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	F _{ij}	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄
P ₁	0,4	0	0	0	S ₁	0,1	0,9	0	0

P ₂	0,5	0	0	0	S ₂	0	0,3	0,4	0,3
P ₃	0	0,3	0	0	S ₃	0	0	0,5	0,5
P ₄	0,1	0	0,8	0,8	S ₄	0,2	0,2	0,1	0,5
P ₅	0	0,7	0,2	0					

3 уровень					4 уровень			
E _{ij}	F' ₁	F' ₂	F' ₃	F' ₄		R ₁	R ₂	R ₃
F ₁	0,9	0,1	0	0	F' ₁	1	1	0
F ₂	0	0,9	0,1	0	F' ₂	1	1	1
F ₃	0,2	0	0	0	F' ₃	0,9	0,1	0,2
F ₄	0	0	0,9	0,1	F' ₄	0,5	0	0,1

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. Савицкая Т.В. Методы оценки рисков и негативных воздействий химически опасных объектов / Т.В. Савицкая, А.Ф. Егоров. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 264 с.
2. Задачи и примеры анализа риска, оценки последствий аварий и негативных воздействий химически опасных объектов: учеб. пособие / Т. В. Савицкая, А. Ф. Егоров, П.Г. Михайлова, С. А. Лёвушкина. – М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2011. – 312 с.

Б) Дополнительная литература:

1. Егоров А.Ф., Савицкая Т.В. «Анализ риска, оценка последствий аварий и управление безопасностью химических, нефтеперерабатывающих и нефтехимических и производств». – М.: КолосС, 2010. – 526 с.: ил. – (Учебники и учебные пособия для студентов высш. учеб. заведений).
3. Кафаров В.В., Макаров В.В. Гибкие автоматизированные производственные системы в химической промышленности, М.: Химия, 1990. - 320с.
4. Савицкая Т.В., Бельков В.П. Синтез гибких химико-технологических систем (детерминированный и стохастический варианты). Текст лекций / Под ред. профессора А.Ф. Егорова - М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева. 2005.– 120 с.
5. Егоров А.Ф. Математическое моделирование и методы синтеза гибких химических производств. Автоматизированный лабораторный комплекс. А.Ф.Егоров, Т.В.Савицкая, В.П.Бельков, А.В. Горанский; под общей редакцией профессора А.Ф.Егорова - М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2008.- 202с.
6. Химическая и биологическая безопасность. Специализированное методическое издание: учеб. пособие / А.Ф. Егоров, Т.В. Савицкая, П.Г. Михайлова, С.А. Левушкина, Н.В. Крапчатова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. – 200 с.
7. Информационно-моделирующая система мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды [Текст]/Т.В. Савицкая, А.Ф. Егоров. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2013.-138 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Журналы

1. «Безопасность труда в промышленности». ISSN 0409-2961
2. «Безопасность в техносфере». ISSN 1998-071X

3. «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571
4. «Химическая Промышленность сегодня» ISSN 0023-110X
5. «Экологические системы и приборы» ISSN 2072-9952
6. «Экология и промышленность России» ISSN 1816-0395
7. «Теоретическая и прикладная экология» ISSN 1995-4301
8. «Химическая технология» ISSN 1684-5811
9. «Безопасность жизнедеятельности» ISSN 1684-6435
10. Электронный журнал «Химическая безопасность» ISSN онлайн-версии 2541-9811 (<http://chemsafety.ru/>)

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

Интернет - ресурсы:

- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://lib.msu.su> - Научная библиотека Московского государственного университета
- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
- <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
- <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека
- <http://ib.safety.ru/> - Информационные бюллетени Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору
- <https://www.safety.ru/> - Сайт Закрытого акционерного общества «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности»
- <http://www.logus.ru/> - Сайт научно - производственного предприятия «ЛОГУС»
- <https://integral.ru/> - сайт группы компаний «Интеграл»
- <http://www.aieco.ru/> - сайт научно-производственного предприятия «Авиаинструмент»
- <http://www.mosecom.ru/> - сайт Мосэкомониторинга
- <https://chemview.epa.gov/chemview> - Chemical Data Access Tool
- <https://toxnet.nlm.nih.gov/index.html> - TOXNET Databases

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- электронные конспекты лекций;
- теоретические положения и примеры выполнения лабораторных работ;
- задания по лабораторным работам (75 вариантов);
- банк тестовых заданий, включающих 120 вопросов для самоконтроля, промежуточного контроля знаний и итогового контроля знаний (9 тестов промежуточного контроля. Итоговые тесты формируются случайным образом ежегодно).

Указанные информационно-образовательные ресурсы размещены на выделенном сервере кафедры и на образовательном портале университета study.muctr.ru

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1 727 628 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Методы синтеза многоассортиментных экологически чистых химических производств*» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

На кафедре КХТП для проведения занятий по дисциплине имеется 2 учебные аудитории с 17 компьютерами (2 для работы преподавателей, 15 для работы студентов) и 1 выделенный сервер. Все компьютеры имеют доступ к сети Интернет.

Для проведения практических и лабораторных занятий по дисциплине имеются: учебная аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием, имеющая 8 персональных компьютеров, объединенных в локальную сеть с выходом в сеть Интернет, и одно многофункциональное устройство; компьютерный класс, оборудованный 9 компьютерами, объединенными в локальную сеть с выходом в Интернет, и одним принтером.

Кафедра обладает стандартным и специализированным лицензионным программным обеспечением, приведенным в разделе 11.5.

Для реализации информационно-образовательных ресурсов дисциплины на выделенном сервере кафедры КХТП под управлением Microsoft Windows Server Standart 2008 развернуты веб-сервер apache 2.2.17, Hypertext Preprocessor (php) 5.3.18, система управления базами данных (СУБД) MySQL 5, система дистанционного обучения (СДО) Moodle 2.6.1. Для доступа к Moodle используется веб-браузер Google Chrome или Mozilla FireFox.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

По дисциплине «Методы синтеза многоассортиментных экологически чистых химических производств» доступны учебные материалы, размещенные на сайте междисциплинарной автоматизированной системы обучения <http://cis.muctr.ru/alk/>. Реализованы лекции по учебным разделам в соответствии с программой дисциплины. Приведены примеры решения практических работ. Доступны комплексы лабораторных работ, включающие типовые примеры выполнения работ и требования к отчетам, варианты заданий, руководство по работе с моделирующим программным обеспечением, глоссарии основных понятий и определений в предметной области..

Доступны тестовые задания для самоконтроля знаний и тест текущего контроля по всем темам и разделам с ограничением по времени и по количеству попыток.

Организован доступ к свободно распространяемым образовательным порталам и сайтам для использования информационно-справочных ресурсов.

Бакалавры могут использовать данные электронные ресурсы для самостоятельной подготовки, а в последующем – при выполнении преддипломной практики и выпускной квалификационной работы.

Электронные образовательные ресурсы по дисциплине реализованы на образовательном портале РХТУ им. Д.И. Менделеева (study.muctr.ru (moodle.muctr.ru)).

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

На кафедре КХТП для проведения лабораторных занятий по дисциплине имеются персональные компьютеры с предустановленным стандартным и специализированным лицензионным программным обеспечением, приведенным в разделе 11.5.

При необходимости использования аудиовизуального материала на лекциях или при проведении лабораторных работ на кафедре имеются проектор и настенный экран, а также звуковые колонки.

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

На кафедре КХТП используются информационно-методические материалы: учебные пособия; методические рекомендации к практическим занятиям; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде.

На кафедре КХТП электронные образовательные ресурсы: междисциплинарная автоматизированная система обучения на основе сетевых технологий для подготовки химиков-технологов; специализированное программное обеспечение; базы данных специализированного назначения, используемые при проведении научных исследований бакалаврами и при изучении соответствующих разделов дисциплины «Методы синтеза многоассортиментных экологически чистых химических производств».

Информационно-образовательные, информационно-методические, учебно-исследовательские ресурсы; банки тестовых заданий для самоконтроля, итогового контроля знаний по дисциплине представлены на образовательном сайте междисциплинарной АСО <http://cis.muctr.ru/alk/>, разработанном на кафедре, и на образовательном портале РХТУ им.Д.И.. Менделеева (study.muctr.ru (moodle.muctr.ru)).

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24	бессрочная
2	Microsoft Windows 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013, От 02.12.2013	24	бессрочная
3	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	15	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую)
4	Toxi+Risk	Письмо о передаче: исх. от 21.09.2016 № ЕЮ-01/1860	10 одновременно работающих лицензий	бессрочно

При выполнении лабораторных работ используется разработанное программное обеспечение.

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021617443
Программное приложение для задач оценки эколого-экономического ущерба аварийных разрывов на магистральных нефтепроводах.

Правообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования “Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева”.

Авторы: Жарков В.В., Сверчков А.М., Савицкая Т.В.

Заявка № 2021616503. Дата поступления 22 апреля 2021 г.

Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 14 мая 2021 г.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Теоретические основы создания экологически чистых производств в химической и смежных отраслях промышленности	<i>Знает:</i> – нормативно-методические основы обеспечения экологической безопасности производств; – методы и модели прогнозирования загрязнения	Оценка за контрольную работу №1 (8 семестр) Оценки за лабораторные

	<p>атмосферного воздуха источниками выбросов промышленных предприятий;</p> <ul style="list-style-type: none"> - подходы, методы и модели анализа и оценки экологического риска различных классов химически опасных объектов. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить анализ химического производства как источника экологической опасности; - строить логико-графические модели анализа риска различных классов химически опасных объектов; - решать задачи оценки риска в результате аварий на химически опасных объектах; - решать задачи прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха источниками выбросов промышленных предприятий и оценки ущербов окружающей среде; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками использования специализированного программного обеспечения для решения задач анализа и оценки экологического риска в результате аварии с выбросом опасных химических веществ; прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха источниками выбросов промышленных предприятий химической и смежных отраслей промышленности. 	<p>работы 1-4</p> <p>Оценка за <i>зачет с оценкой</i> (8 семестр)</p>
<p>Раздел 2. Синтез гибких блочно-модульных схем очистки стоков и регенерации растворителей многоассортиментных химических производств</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретические основы технологического проектирования экологически чистых производств в химической и смежных отраслях промышленности: методы совмещения выпуска многоассортиментной продукции по гибкой технологии с учетом требований экологической безопасности, информационно-признаковые и информационно-логические модели выбора методов и оборудования для очистки стоков и выбросов; 	<p>Оценка за лабораторную работу № 5 (8 семестр)</p> <p>Оценка за <i>зачет с оценкой</i> (8 семестр)</p>

	<p>– существующие подходы, методы и алгоритмы синтеза гибких блочно-модульных схем очистки стоков, регенерации растворителей и гибких систем очистки выбросов в атмосферный воздух многоассортиментных производств химической и смежных отраслей промышленности;</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>– использовать информационно-признаковые и информационно-логические модели для выбора методов и оборудования для создания гибких схем очистки стоков и выбросов.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>– навыками использования блочно-модульного подхода к формированию принципиальных структур гибких схем очистки стоков, регенерации растворителей и гибких систем очистки выбросов в атмосферный воздух многоассортиментных производств химической и смежных отраслей промышленности;</p>	
<p>Раздел 3. Синтез гибких систем очистки выбросов в атмосферный воздух многоассортиментных производств в химической и смежных отраслях промышленности</p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>– теоретические основы технологического проектирования экологически чистых производств в химической и смежных отраслях промышленности: методы совмещения выпуска многоассортиментной продукции по гибкой технологии с учетом требований экологической безопасности, информационно-признаковые и информационно-логические модели выбора методов и оборудования для очистки стоков и выбросов;</p> <p>– существующие подходы, методы и алгоритмы синтеза гибких блочно-модульных схем очистки стоков, регенерации растворителей и гибких систем очистки выбросов в атмосферный воздух многоассортиментных производств химической и смежных отраслей промышленности;</p> <p><i>Умеет:</i></p>	<p>Оценка за <i>зачет с оценкой</i> (8 семестр)</p>

	<p>– использовать информационно-признаковые и информационно-логические модели для выбора методов и оборудования для создания гибких схем очистки стоков и выбросов.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>–навыками использования блочно-модульного подхода к формированию принципиальных структур гибких схем очистки стоков, регенерации растворителей и гибких систем очистки выбросов в атмосферный воздух многоассортиментных производств химической и смежных отраслей промышленности;</p> <p>- навыками использования специализированного программного обеспечения для решения задач анализа и оценки экологического риска в результате аварии с выбросом опасных химических веществ; прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха источниками выбросов промышленных предприятий химической и смежных отраслей промышленности.</p>	
--	---	--

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Методы синтеза многоассортиментных экологически чистых химических
производств»
основной образовательной программы высшего образования – программы
бакалавриата
по направлению подготовки
18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии»
Профиль «Основные процессы химических производств и химическая
кибернетика»
Форма обучения: очная**

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

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



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

Ф.А. Колоколов

26 » июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Моделирование типовых процессов химической технологии»

Направление подготовки – 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки – «Основные процессы химических производств и хи-
мическая кибернетика»

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«19» июня 2023 г.

Председатель  Н.А. Макаров

Москва 2023

Программа составлена

доцентом кафедры кибернетики химико-технологических процессов
А.А. Дудоровым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов «26» апреля 2023 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **кибернетики химико-технологических процессов** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Моделирование типовых процессов химической технологии»** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплин учебного плана и является обязательной дисциплиной и рассчитана на изучение в 7 семестре. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области процессов и аппаратов химической технологии, математического моделирования химико-технологических процессов.

Цель дисциплины – научить студентов на конкретных примерах практическому использованию метода математического моделирования, включая постановку физико-химического эксперимента, обработку результатов эксперимента, составление математических описаний, запись алгоритмов решения возникающих задач и реализация их на ЭВМ.

Задачи дисциплины:

- дать основные знания по использованию основных законов естественнонаучных дисциплин в изучении химических производств;
- научить применять методы математического анализа и моделирования химико-технологических процессов и систем;
- научить теоретическим и практическим методам и приемам исследованиям совмещенных систем;
- научить принципам построения основных моделей, методов и алгоритмов решения задач моделирования;
- научить решать типовые задачи моделирования химико-технологических систем;
- научить использовать специализированное программное обеспечение для решения задач моделирования химико-технологических процессов.

Дисциплина **«Моделирование типовых процессов химической технологии»** преподается в 7 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональных компетенций и индикаторов их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-3. Способен моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности	ПК-3.1. Знает методы идентификации математических описаний энерго- и ресурсосберегающих процессов на основе экспериментальных данных и методы их оптимизации с применением эмпирических и/или физико-химических моделей	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения
			ПК-3.2. Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения задач расчета, моделирования и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов	
			ПК-3.3. Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов, и	

			моделирования, идентификации и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов	экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-4. Способен осуществлять научные исследования в области энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии с использованием информационных компьютерных технологий	ПК-4.3. Владеет приемами анализа, обработки, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки и оформления научно-технических отчетов	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/01.5. Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и

				результатов исследований (уровень квалификации – 5). А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок (уровень квалификации 5).
--	--	--	--	---

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- определение, структуру и блочный принцип построения математических моделей;
- этапы математического моделирования; взаимосвязь физического и математического моделирования;
- математические модели процессов абсорбции, ректификации, экстракции, сушки, теплообмена, кристаллизации, алгоритмы расчета вышеуказанных процессов.

Уметь:

- поставить и провести физико-химический эксперимент;
- решать задачи составления математического описания;
- выбирать метод решения сформулированной системы уравнений;
- устанавливать адекватность математической модели объекту исследования;
- решать задачи оптимизации и проектирования вышеперечисленных химико-технологических процессов.

Владеть:

- методикой проведения физико-химического эксперимента, аналитическим, эмпирическим и эмпирико-аналитическим методами составления математического описания;
- методами идентификации параметров математических моделей;
- алгоритмами расчета основных тепло-, массообменных процессов в проверочной и проектной постановках задачи.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64,2	48,15
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	64,2	48,15
Самостоятельная работа	1,22	43,8	32,85
Контактная самостоятельная работа	1,22	24,8	18,6
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы)		18,8	14,1
		0,2	0,15
Вид итогового контроля:	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Академ. часов				
						Прак. Зан.	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лаб. рабо-ты	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
	Введение	1	-	-	-	-	-	1	-	-
1.	Раздел 1. Исследование свойств объектов физико-химическим экспериментом и математическим моделированием	12	-	-	-	-	-	6	-	6
1.1	Ознакомление с экспериментальными установками для проведения физико-химического эксперимента.	3	-	-	-	-	-	1	-	2
1.2	Математическое моделирование как основа системного анализа процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, методологии разработки энерго- и ресурсосберегающих производств. Классификация математических моделей, взаимосвязь математических и физических моделей.	5	-	-	-	-	-	3	-	2

1.3.	Структура математического описания процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. Уравнения, отображающие основные законы сохранения массы, энергии и импульса, условия равновесия. Допущения и ограничения.	4	-	-	-	-	-	2	-	2
2	Раздел 2. Метод математического моделирования при изучении химико-технологических процессов.	17	-	-	-	-	-	9	-	8
2.1	Этапы математического моделирования. Блочный принцип разработки математических моделей.	3	-	-	-	-	-	1	-	2
2.2	Критерии установления адекватности моделей объектам химической и нефтехимической технологии, биотехнологии.	4	-	-	-	-	-	2	-	2
2.3	Методы идентификации параметров математических моделей.	10	-	-	-	-	-	6	-	4
3	Раздел 3. Экспериментальные методы исследования структуры потоков в аппаратах.	22	-	-	-	-	-	15	-	8
3.1	Экспериментальные методы исследования структуры потоков в аппаратах. Внутренние и внешние функции распределения потоков по времени пребывания.	14	-	-	-	-	-	10	-	4
3.2	Метод моментов для определения точечных оценок параметров моделей структуры потоков.	4	-	-	-	-	-	2	-	2

3.3	Определение начальных моментов плотности распределения через передаточную функцию объекта.	4	-	-	-	-	-	2	-	2
4	Раздел 4. Математические модели структуры потоков в аппаратах.	21	-	-	-	-	-	9	-	12
4.1	Модели идеального смешения, идеального вытеснения, ячеечная, диффузионная, ячеечная с обратными потоками.	15	-	-	-	-	-	7	-	8
4.2	Комбинированные модели, учитывающие наличие в аппаратах застойных зон, потоков байпасирования и рециркуляции.	6	-	-	-	-	-	2	-	4
5	Раздел 5. Экспериментальное исследование и разработка математических моделей процессов: абсорбции, экстракции, сушки твердых веществ, многокомпонентной ректификации, массовой кристаллизации из растворов, теплообмена.	35	-	-	-	-	-	25,2	-	9,8
5.1	Конкретные примеры исследования процессов в аппаратах периодического и непрерывного действия.	34	-	-	-	-	-	25	-	9
5.2	Заклучение. Соотношение физического и математического моделирования.	1	-	-	-	-	-	0,2	-	0,8
	ИТОГО	108	-	-	-	-	-	64,2	-	43,8

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение. Цель и задачи дисциплины. Современные тенденции развития химической технологии в России и за рубежом. Цели и задачи дисциплины. Основные понятия и определения..

Раздел 1. Исследование свойств объектов физико-химическим экспериментом и математическим моделированием

1.1. Ознакомление с экспериментальными установками для проведения физико-химического эксперимента.

1.2. Математическое моделирование как основа системного анализа процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, методологии разработки энерго- и ресурсосберегающих производств. Классификация математических моделей, взаимосвязь математических и физических моделей.

1.3. Структура математического описания процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. Уравнения, отображающие основные законы сохранения массы, энергии и импульса, условия равновесия. Допущения и ограничения.

Раздел 2. Метод математического моделирования при изучении химико-технологических процессов

2.1. Этапы математического моделирования. Блочный принцип разработки математических моделей.

2.2. Критерии установления адекватности моделей объектам химической и нефтехимической технологии, биотехнологии.

2.3. Методы идентификации параметров математических моделей.

Раздел 3. Экспериментальные методы исследования структуры потоков в аппаратах

3.1. Экспериментальные методы исследования структуры потоков в аппаратах. Внутренние и внешние функции распределения потоков по времени пребывания.

3.2. Метод моментов для определения точечных оценок параметров моделей структуры потоков.

3.3. Определение начальных моментов плотности распределения через передаточную функцию объекта.

Раздел 4. Математические модели структуры потоков в аппаратах

4.1. Модели идеального смешения, идеального вытеснения, ячеечная, диффузионная, ячеечная с обратными потоками.

4.2. Комбинированные модели, учитывающие наличие в аппаратах застойных зон, потоков байпасирования и рециркуляции.

Раздел 5. Экспериментальное исследование и разработка математических моделей процессов: абсорбции, экстракции, сушки твердых веществ, многокомпонентной ректификации, массовой кристаллизации из растворов, теплообмена

5.1. Конкретные примеры исследования процессов в аппаратах периодического и непрерывного действия.

5.2. Заключение. Соотношение физического и математического моделирования.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Требования к освоению дисциплины и компетенции	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
	Знать:					
1	– определение, структуру и блочный принцип построения математических моделей	+	+	+		
2	– этапы математического моделирования; взаимосвязь физического и математического моделирования		+			
3	– взаимосвязь физического и математического моделирования	+	+	+		
4	– математические модели процессов абсорбции, ректификации, экстракции, сушки, теплообмена, кристаллизации		+	+	+	
5	– алгоритмы расчета процессов абсорбции, ректификации, экстракции, сушки, теплообмена, кристаллизации			+	+	+
	Уметь:					
7	– поставить и провести физико-химический эксперимент		+			
8	– решать задачи составления математического описания	+	+	+	+	

9	– выбирать метод решения сформулированной системы уравнений	+	+	+	+	+
10	– устанавливать адекватность математической модели объекту исследования				+	
11	– решать задачи оптимизации и проектирования вышеперечисленных химико-технологических процессов					
Владеть:						
12	– методикой проведения физико-химического эксперимента	+	+	+	+	
13	– эмпирическим и эмпирико-аналитическим методами составления математического описания		+	+	+	+
14	– методами идентификации параметров математических моделей					
15	– алгоритмами расчета основных тепло-, массообменных процессов в проверочной и проектной постановках задачи					
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>						
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК				
16	– ПК-3. Способен моделировать	– ПК-3.1. Знает методы	+	+	+	+

	энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности	идентификации математических описаний энерго- и ресурсосберегающих процессов на основе экспериментальных данных и методы их оптимизации с применением эмпирических и/или физико-химических моделей					
17		– ПК-3.2. Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения задач расчета, моделирования и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов	+	+	+	+	+

18		<p>– Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов, и моделирования, идентификации и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов</p>	+	+	+	+	+
19	<p>– ПК-4. Способен осуществлять научные исследования в области энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии с использованием информационных компьютерных технологий</p>	<p>– Владеет приемами анализа, обработки, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки и оформления научно-технических отчетов</p>	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «*Моделирование типовых процессов химической технологии*» выполняется в соответствии с Учебным планом и занимает 64,2 акад. ч. Лабораторные работы охватывают все разделы дисциплины. В практикум входит 11 работ, примерно по 4 академических часа на каждую работу. Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Моделирование типовых процессов химической технологии*», а также способствует приобретению практических навыков составления математических моделей химико-технологических процессов. А также - практических навыков использования математических моделей химико-технологических процессов и систем для исследования поведения объекта в различных условиях ведения процессов и функционирования.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 100 баллов (максимально от 6 до 12 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Общий рейтинг по дисциплине представлен далее в таблице.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Баллы	Часы
1	1.1; 2.3; 5.1	Лабораторная работа №1. Исследование и моделирование процесса теплообмена в аппарате «труба в трубе»	8	8
2	1.1	Лабораторная работа №2. Исследование и расчет парожидкостного равновесия в системе «ацетон-вода»	8	4
3	1.1	Лабораторная работа №3. Расчет парожидкостного равновесия в системе ацетон-этанол-вода	6	4
4	4.1; 1.1	Лабораторная работа №4. Расчет процесса абсорбции хлора из его смеси с воздухом водным раствором едкого натра в насадочной колонне	6	4
5	2.3; 1.1; 5.1	Лабораторная работа №5. Расчет процесса жидкостной экстракции в интенсивном гидродинамическом режиме работы колонного аппарата	8	4
6	2.3; 1.1; 5.1	Лабораторная работа №6. Исследование процесса ректификации смеси этанол-вода и определение среднего значения коэффициента	10	4

		полезного действия тарелки колонны		
7	1.1; 5.1	Лабораторная работа №7. Моделирование процесса периодической ректификации смеси этанол-вода в тарельчатой колонне	10	8
8	1.1; 5.1	Лабораторная работа №8. Определение кинетических параметров математической модели процесса массовой кристаллизации сульфата калия из его водного раствора	12	8
9	1.1; 5.1	Лабораторная работа №9. Исследование кинетики сушки бутадиен-стирольного каучука в аппарате фонтанирующего слоя	10	4
10	1.1; 3.1; 5.1	Лабораторная работа №10. Исследование гидродинамики в аппарате с мешалкой и расчет выхода целевого компонента химической реакции с заданной кинетикой в периодическом и в проточном реакторе	10	4
11	1.1; 2.3; 3.1; 4.1	Лабораторная работа №11. Исследование структуры потока воды в проточном аэротенке и расчет процесса биохимической очистки загрязненной воды с использованием кинетической модели Моно	12	8

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
 - посещение отраслевых выставок и семинаров;
 - участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
 - подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
 - подготовку к выполнению лабораторных работ;
- подготовку к сдаче зачета и лабораторного практикума по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

По дисциплине «*Моделирование типовых процессов химической технологии*» предусмотрены баллы текущего контроля освоения дисциплины за лабораторный практикум, приведенные ранее в таблице в разделе 6.2. В процессе домашней подготовки

к выполнению работ для допуска к работам студентам предлагается следующий примерный перечень вопросов. Итоговой формой контроля по дисциплине является зачет.

Примерный перечень тем домашних заданий для самостоятельного выполнения студентами

1. Исследование структуры потоков в аппаратах колонного типа.
2. Оценка целесообразности применения модели для описания структуры потока в аппарате.
3. Расчет моментов экспериментальных функций отклика на стандартные возмущения через передаточную функцию.
4. Оценка параметров моделей структуры потоков в аппаратах с использованием метода установившегося состояния.
5. Формулировка и решение уравнений динамики изменения концентрации индикатора в выходном потоке аппарата, описываемом комбинированной моделью заданного вида.
6. Определение динамики изменения концентрации индикатора на выходе из аппарата, структура потоков в котором описывается комбинированной моделью, для синусоидального (ступенчатого) входного возмущения.
7. Расчет равновесия в бинарных смесях с учетом неидеальности компонентов жидкой фазы.
8. Определение расхода абсорбента для улавливания заданного количества загрязняющих веществ в потоке воздуха.
9. Определение расхода экстрагента, необходимого для извлечения загрязняющих веществ с заданной степенью из сточных вод.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Лабораторный практикум по моделированию основных процессов химической технологии: учеб. пособие/ А.А. Дудоров, М.Б. Глебов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2021.-84 с.
2. Математическое моделирование основных процессов химических производств: учеб. пособие для академического бакалавриата/ Кафаров В.В., Глебов М.Б. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019.- 403 с.
3. Глебов М.Б., Дудоров А.А. Математическое моделирование массообменных процессов. Учеб. пособие, - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 191 с.

Б. Дополнительная литература

1. Кафаров В.В. Основы массопередачи / В. В. Кафаров. – М.: Высшая школа, 1979. – 439 с.
2. Комиссаров Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии (части III, IV) / Комиссаров Ю.А., Гордеев Л.С., Вент Д.П. – М.: Химия, 2011, - 1230 с.
3. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. – М.: Химия, 1984. – 370 с.
4. Кафаров В.В. Системный анализ процессов химической технологии. Т.1. Основы стратегии / В.В. Кафаров, И.Н. Дорохов. – М.: Наука, 1976. – 400 с.
5. Кафаров В.В. Системный анализ процессов химической технологии. Т.4. Процессы массовой кристаллизации из растворов и газовой фазы / В.В. Кафаров, И.Н. Дорохов, Э.М. Кольцова. – М.: Наука, 1983. – 310 с.
6. Шестопапов В.В. Математические модели ХТП и систем. Курс лекций. Ч.1 / В.В. Шестопапов. – М.: МХТИ, 1977. – 48 с.
7. Комиссаров Ю.А. Химико-технологические процессы. Теория и эксперимент / Ю. А. Комиссаров, М.Б. Глебов, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент – М.: Химия, 1999. – 360 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

– Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ, размещенные на сайте Междисциплинарной автоматизированной системы обучения (АСО) (<http://cis.mustr.ru/alk>)

Научно-технические журналы:

- «Программные продукты и системы», ISSN (печатной версии) – 0236-235X, ISSN (онлайновой версии) – 2311-2735;
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN – 0023-110X;
- «Химическая технология», ISSN – 1684-5811;
- «Стандарты и качество», ISSN – 0038-9692;
- «Контроль качества продукции», ISSN – 2541-9900;
- «Теоретические основы химической технологии», ISSN – 0040-3571;
- «Computers and Chemical Engineering» ISSN – 0098-1354;
- «Информационные технологии в проектировании и производстве», ISSN – 2073-2597;
- «Химическое и нефтегазовое машиностроение», ISSN – 023-1126;
- Журнал «ТРИЗ» и другие.

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Каталог оборудования группы компаний ТЭФОС, ООО ТД «Нефтехиммаш КО» (Нижний Новгород). [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.tefos.ru (дата обращения: 16.05.2023).
2. Лабораторное оборудование компании «БИОХИМПРО». [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.biohimpro.ru (дата обращения: 16.05.2018).
3. Официальный дистрибьютор высокотехнологичного оборудования химических процессов от ведущих производителей Китая компания АКІКО. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.akiko.ru (дата обращения: 16.05.2023) и другие.

Сайты на актуальные компании производителей и дистрибьюторов лабораторного и промышленного оборудования ежегодно обновляются по материалам международной выставки «Химия» и другие.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- 2 компьютерных класса на 16 и 10 посадочных мест с предустановленным базовым программным обеспечением, в том числе с возможностью подключения к сети Интернет.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://минобрнауки.пф/документы/2974> (дата обращения: 01.02.2023).
2. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvpo/7/6/1> (дата обращения: 05.03.2023).
3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://минобрнауки.пф/документы/6045> (дата обращения: 18.01.2023).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

4. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://www.fcior.edu.ru/>) (дата обращения: 01.02.2023).
5. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 01.02.2023).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1 727 628 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

№	Электронный ресурс	Принадлежность ресурса, ссылка на сайт ЭБС, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, к которому предоставляется доступ
1.	Электронно-библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	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
2.	Электронная версия Реферативного журнала «ХИМИЯ» на CD	Локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	Реферативный журнал (РЖ) "Химия", публикует рефераты, аннотации, библиографические описания книг и статей из журналов и сборников, материалов научных конференций
3.	БД ВИНТИ РАН	Ссылка на сайт - http://www2.viniti.ru/ Доступ к ресурсу локальный, обеспечивается сотрудниками ИБЦ.	База данных (БД) ВИНТИ РАН - формируется по материалам периодических изданий, книг, фирменных изданий, материалов конференций, тезисов, патентов, нормативных документов, депонированных научных работ.
4.	ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru»	Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Электронные издания, электронные версии периодических или неперiodических изданий
5.	Springer	Ссылка на сайт – http://link.springer.com/ Доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.	Электронные научные информационные ресурсы издательства Springer.
6.	Scopus	Ссылка на сайт – http://www.scopus.com Доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER
7.	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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Моделирование типовых процессов химической технологии*» проводятся в форме лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающихся.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

На кафедре КХТП для проведения лабораторных занятий по дисциплине имеются лабораторные установки и персональные компьютеры с предустановленным стандартным и специализированным лицензионным программным обеспечением, приведенным в разделе 11.5.

При необходимости использования аудиовизуального материала при проведении лабораторных работ на кафедре имеются проектор и настенный экран, а также звуковые колонки.

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

По дисциплине «*Моделирование типовых процессов химической технологии*» доступны учебные материалы, размещенные на сайте кафедры <http://kxtp.mustr.ru>. Реализованы лекции по учебным модулям в соответствии с программой дисциплины. Приведены примеры решения практических работ.

Организован доступ к свободно распространяемым образовательным порталам и сайтам для использования информационно-справочных ресурсов.

Бакалавры могут использовать данные электронные ресурсы для самостоятельной подготовки, а в последующем – при выполнении научно-исследовательской работы и написания выпускной квалификационной работы.

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

На кафедре КХТП для проведения лабораторных занятий по дисциплине имеются персональные компьютеры с предустановленным стандартным и специализированным лицензионным программным обеспечением, приведенным в разделе 11.5.

При необходимости использования аудиовизуального материала при проведении лабораторных работ на кафедре имеются проектор и настенный экран, а также звуковые колонки.

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

На кафедре Кибернетики ХТП используются информационно-методические материалы: учебные пособия; методические рекомендации к практическим занятиям; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24	бессрочная
2	Microsoft Windows 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013, От 02.12.2013	24	бессрочная
3	Microsoft Office Standard 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	15	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Исследование свойств объектов физико-химическим экспериментом и математическим моделированием</p>	<p><i>Знает:</i> структуру математического описания процессов химической технологии, этапы математического моделирования, выбор метода решения, установление адекватности модели по объекту, основные понятия нейросетевого моделирования; <i>Умеет:</i> строить математическое описание исходя из блочного принципа построения моделей, выбирать метод решения и строить алгоритмы расчета; <i>Владеет:</i> эмпирическим, аналитическим и эмпирико-аналитическими подходами к построению математического описания, статистическими методами установления адекватности моделей, способами построения алгоритмов расчета.</p>	<p>Лабораторные работы. Домашние задания. Зачет.</p>
<p>Раздел 2. Метод математического моделирования при изучении химико-технологических процессов</p>	<p><i>Знает:</i> методы идентификации параметров математических моделей: метод моментов и метод максимального правдоподобия; <i>Умеет:</i> формулировать задачу поиска неизвестных параметров модели и выбирать метод идентификации параметров; <i>Владеет:</i> методикой реализации методов поиска неизвестных параметров.</p>	<p>Лабораторные работы. Домашние задания. Зачет.</p>
<p>Раздел 3. Экспериментальные методы исследования структуры потоков в аппаратах</p>	<p><i>Знает:</i> эмпирические методы установления структуры потоков, представление моделей в форме дифференциальных уравнений и передаточных функций, связь моментов распределения частиц потока по времени пребывания с передаточной функцией; <i>Умеет:</i> оценивать моменты распределения частиц потока по времени пребывания через эмпирические функции отклика на стандартные возмущения; <i>Владеет:</i> моделями структуры потоков в аппаратах.</p>	<p>Лабораторные работы. Домашние задания. Зачет.</p>
<p>Раздел 4.</p>	<p><i>Знает:</i> постановку задач и</p>	<p>Лабораторные работы.</p>

<p>Математические модели структуры потоков в аппаратах</p>	<p>расчет равновесий в системе жидкость – газ, жидкость – пар, постановку задач и расчет равновесий в системе жидкость – жидкость</p> <p><i>Умеет:</i> строить алгоритмы расчета двухфазных равновесий жидкость-пар (газ) и жидкость-жидкость в различных постановках;</p> <p><i>Владеет:</i> методикой расчета двухфазных равновесий в реальных системах.</p>	<p>Домашние задания. Зачет.</p>
<p>Раздел 5. Экспериментальное исследование и разработка математических моделей процессов: абсорбции, экстракции, сушки твердых веществ, многокомпонентной ректификации, массовой кристаллизации из растворов, теплообмена</p>	<p>Знает: многокомпонентный массоперенос в однофазной среде, модели массопереноса в двухфазных средах; модели и алгоритмы расчета процесса абсорбции, модели и алгоритмы расчета процесса многокомпонентной ректификации, модели и алгоритмы расчета процесса экстракции, модели и алгоритмы расчета процесса адсорбции, модели и алгоритмы расчета процесса сушки, модели и алгоритмы расчета процесса массовой кристаллизации из растворов;</p> <p><i>Умеет:</i> рассчитывать потоки в двухфазных многокомпонентных системах; реализовывать алгоритмы расчета в форме моделирующих компьютерных программ;</p> <p><i>Владеет:</i> методикой расчета массопереноса в двухфазных многокомпонентных системах; методикой расчета указанных процессов в проверочной и проектной постановках задачи</p>	<p>Лабораторные работы. Домашние задания. Зачет.</p>

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета,

программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Моделирование типовых процессов химической технологии»
основной образовательной программы высшего образования – программы
бакалавриата
по направлению подготовки
18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии»
Профиль «Основные процессы химических производств и химическая
кибернетика»
Форма обучения: очная

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

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

«УТВЕРЖДАЮ»



Проректор по учебной работе

 Ф.А. Колоколов

«06» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

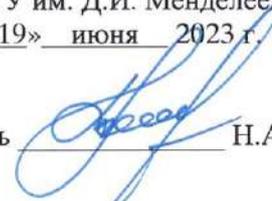
«Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов»

Направление подготовки – 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки – «Основные процессы химических производств и хи-
мическая кибернетика»

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«19» июня 2023 г.

Председатель  Н.А. Макаров

Москва 2023

Программа составлена профессором кафедры кибернетики ХТП М.Б. Глебовым и доцентом кафедры кибернетики ХТП А.А. Дудоровым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики ХТП РХТУ им. Д.И. Менделеева «26» апреля 2023 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для направления подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой кибернетики химико-технологических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов» относится к обязательной части учебного плана и рассчитана на изучение в 6 семестре. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области процессов и аппаратов химической технологии.

Цель дисциплины – обучить студентов практическому использованию метода математического моделирования энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Задачи дисциплины:

- Научить студентов пониманию математического моделирования как многоэтапного процесса, связанного с физическим моделированием;
- Показать студентам различные подходы к построению математических моделей;
- Привить навыки построения математических моделей химико-технологических процессов на основе блочного принципа построения моделей;
- Научить студентов решать задачи идентификации параметров математических моделей;
- Научить студентов строить на основе математических моделей алгоритмы решения конкретных задач;
- Научить студентов применять математические модели химико-технологических процессов для решения задач оптимизации, проектирования и создания новых процессов.

При изучении дисциплины студенты приобретают навыки правильно поставить задачу исследования отдельного химико-технологического процесса (ХТП); провести анализ сложных ХТП и систем, установить их иерархическую структуру; использовать принципы декомпозиции системы на отдельные блоки и составлять математические модели процессов на различных уровнях иерархии системы с последующим агрегированием блоков в общую модель процесса; оценивать адекватность модели объекту и анализировать функционирование процесса по его модели; производить оптимизацию процесса и проектирование промышленных аппаратов.

Дисциплина «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов» преподается в 6 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Профессиональная методология	ОПК-2 – Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	<p>ОПК-2.1 – Знает основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики, технические и программные средства реализации информационных технологий, физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, основные законы термодинамики</p> <p>ОПК-2.2 – Умеет проводить анализ функций, решать основные задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и системы дифференциальных уравнений, работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования, использовать физические законы, химические законы, термодинамические справочные данные, результаты физико-химического эксперимента</p> <p>ОПК-2.3 – Владеет навыками использования математического аппарата, навыками поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях, техническими и программными</p>

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
		средствами защиты информации, проведения физических измерений, корректной оценки погрешностей
	<p>ОПК-4 – Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-4.1 - Знает прикладное современное программное обеспечение, применяемое в отрасли ОПК-4.2 - Умеет выбрать и применить оптимальную прикладную программу для решения конкретной задачи ОПК-4.3 - Владеет навыками применения цифровых технологий для решения задач профессиональной деятельности</p>

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Для всего направления				
Технологический тип задач профессиональной деятельности				
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	ПК-1.1. Знает современные методы, используемые при проведении научных исследований в области реализации принципов энерго- и ресурсосбережения и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением
			ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для системного и	

	химического и химико-технологического производства).		комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности	исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – б)
			ПК-1.3. Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов	

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

определение, структуру и блочный принцип построения математических моделей; этапы математического моделирования; взаимосвязь физического и математического моделирования; математические модели процессов абсорбции, ректификации, экстракции, сушки, теплообмена, кристаллизации, алгоритмы расчета вышеуказанных процессов.

Уметь:

решать задачи составления математического описания, выбирать метод решения сформулированной системы уравнений, устанавливать адекватность математической модели объекту исследования, решать задачи оптимизации и проектирования вышеперечисленных химико-технологических процессов.

Владеть:

аналитическим, эмпирическим и эмпирико-аналитическим методами составления математического описания; методами идентификации параметров математических моделей; алгоритмами расчета основных тепло-, массообменных процессов в проверочной и проектной постановках задачи.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	48	24
Лекции	0,89	32	12
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,44	16	12
Самостоятельная работа	2,67	96	72
Контактная самостоятельная работа	2,67	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		95,6	71,7
Вид контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№	Раздел дисциплины	Всего	Лекции и	Лабор. работы	Самост. работа
---	-------------------	-------	----------	---------------	----------------

	Введение	0,5	0,5	–	-
1.	Раздел 1. Принципы построения математических моделей и этапы математического моделирования.	18	4	2	12
1.1	Структура математического описания процессов химической технологии. Этапы математического моделирования.	7	2	-	5
1.2	Блочный принцип построения математических моделей химико-технологических процессов.	6	1	-	5
1.3	Нейросетевое моделирование.	5	1	2	2
2.	Раздел 2. Параметрическая идентификация моделей химико-технологических процессов.	12	2	0	10
2.1	Метод моментов.	6	1	0	5
2.2	Применение метода максимального правдоподобия	6	1	0	5
3.	Раздел 3. Описание структуры потоков в аппарате на основе модельных представлений движения потока.	26	10	4	12
3.1	Эмпирические методы установления структуры потоков.	8	2	2	4
3.2	Представление моделей в форме дифференциальных уравнений и передаточных функций.	8	4	0	4
3.3	Примеры применения метода моментов для оценки параметров моделей структуры потоков.	10	4	2	4
4.	Раздел 4. Постановка и решение задач расчета фазовых равновесий в многокомпонентных системах.	12	2	2	8
4.1	Постановка задач и расчет равновесий в системе жидкость – газ, жидкость – пар.	6	1	1	4
4.2	Постановка задач и расчет равновесий в системе жидкость – жидкость.	6	1	1	4
5.	Раздел 5. Расчет потоков в двухфазных многокомпонентных системах на основе модельных представлений массопереноса.	5	1	–	4
6.	Раздел 6. Модели и алгоритмы расчета типовых процессов химической технологии.	70	12	8	50
6.1	Модели и алгоритмы расчета процесса абсорбции.	12	1	4	7
6.2	Модели и алгоритмы расчета процесса многокомпонентной ректификации.	16	2	4	10
6.3	Модели и алгоритмы расчета процесса экстракции.	9	2	0	7
6.4	Модели и алгоритмы расчета процесса адсорбции.	8	1	0	7
6.5	Модели и алгоритмы расчета процесса	8	2	0	6

	сушки в псевдооживленном слое.				
6.6	Модели и алгоритмы расчета процесса массовой кристаллизации из растворов.	9	2	0	7
6.7	Модели и алгоритмы расчета совмещенных и биотехнологических процессов.	8	2	0	6
	Заключение	0,5	0,5	–	–
	Итого:	144	32	16	96

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение.

Математические модели. Определение. Взаимосвязь математических и физических моделей. Приближенный характер математических моделей. Допущения, принимаемые при построении математической модели. Классификация математических моделей по временному признаку: стационарные, нестационарные, квазистационарные модели; по пространственному признаку: с сосредоточенными параметрами, с распределенными параметрами, ячеечные модели.

1. Раздел 1. Принципы построения математических моделей и этапы математического моделирования.

1.1 Структура математического описания процессов химической технологии. Этапы математического моделирования.

Уравнения, отражающие основные законы сохранения массы, энергии, импульса, переноса, условия равновесия, ограничения. Дифференциальная и интегральная запись законов сохранения. Применение теоремы Остроградского-Гаусса для вывода дифференциальной формы законов сохранения. Математическая характеристика классов уравнений, входящих в математическое описание. Постановка начального и граничных условий. Краевые условия 1 и 2 рода, смешанная краевая задача. Задача Коши, существование и единственность ее решения. Примеры постановки краевых условий. Изучение химико-технологических процессов методом математического моделирования. Этапы математического моделирования:

- а) составление математического описания аналитическим способом, эмпирическим способом, аналитико-эмпирическим способом.
- б) Выбор метода решения. Аналитические и численные методы. Источники возникновения погрешностей. Анализ сходимости итерационных методов. Реализация выбранного метода решения в виде алгоритма. Разработка программы расчета по алгоритму.
- в) Установление адекватности модели по объекту. Статистические гипотезы и проверка гипотез по статистическим критериям. Критерии установления адекватности однооткликowych и многооткликowych моделей.
- г) Коррекция модели по результатам накопленной информации. Примеры.

1.2 Блочный принцип построения математических моделей химико-технологических процессов.

Представление математического описания в соответствии с блочным принципом. Основные блоки, составляющие описание процесса и их взаимосвязь. Отражение принципов системного анализа в блочном подходе к построению математических моделей.

1.3 Нейросетевое моделирование.

Определение нейросетевых моделей. Сходство и различие с биологическими нейронными сетями. Классификация нейросетевых моделей. Этапы разработки

нейросетевых моделей. Алгоритмы обучения. Нейросетевые программные пакеты. Примеры применения искусственных нейронных сетей.

2. Раздел 2. Параметрическая идентификация моделей химико-технологических процессов.

2.1 Метод моментов.

Сущность и применение метода моментов для нахождения точечных оценок параметров моделей структуры потоков.

2.2 Применение метода максимального правдоподобия.

Сущность и применение метода максимального правдоподобия для нахождения точечных оценок параметров моделей структуры потоков.

3. Раздел 3. Описание структуры потоков в аппарате на основе модельных представлений движения потока.

3.1 Эмпирические методы установления структуры потоков. Характеристика стохастического поведения частиц с помощью внешних и внутренних функций распределения. Экспериментальные методы оценки внешних функций распределения. Индикаторные методы исследования структуры потоков. Обработка функций отклика по методу моментов. Учет стохастической природы движения потоков в параметрических моделях.

3.2 Представление моделей в форме дифференциальных уравнений и передаточных функций.

Представление моделей структуры потоков в форме передаточных функций. Связь моментов распределения частиц потока по времени пребывания с передаточной функцией.

3.3 Примеры применения метода моментов для оценки параметров моделей структуры потоков.

Оценка параметров ячеечной, диффузионной, рециркуляционной и комбинированных моделей.

4. Раздел 4. Постановка и решение задач расчета фазовых равновесий в многокомпонентных системах.

4.1 Постановка задач и расчет равновесий в системе жидкость – газ, жидкость – пар.

Расчет равновесия как решение линейной задачи. Учет неидеального поведения фаз. Описание совмещенных фазовых и химических равновесий. Математическое описание и алгоритм решения задачи.

4.2 Постановка задач и расчет равновесий в системе жидкость – жидкость.

Анализ устойчивости фазовых равновесий. Математическое описание и алгоритм решения задачи расчета равновесий жидкость- жидкость и жидкость-жидкость-пар.

5. Раздел 5. Расчет потоков в двухфазных многокомпонентных системах на основе модельных представлений массопереноса.

Многокомпонентный массоперенос в однофазной среде. Прямые и перекрестные эффекты. Модели проникания и обновления поверхности раздела для массопереноса в двухфазных средах. Выражение потоков в многокомпонентной двухфазной среде через матрицу коэффициентов массопередачи.

6. Раздел 6. Модели и алгоритмы расчета типовых процессов химической технологии.

6.1 Модели и алгоритмы расчета процесса абсорбции.

Описание и алгоритмы расчета процесса абсорбции на основе модели вытеснения, ячеечной, диффузионной моделей.

6.2 Модели и алгоритмы расчета процесса многокомпонентной ректификации.

Два подхода к моделированию процесса ректификации: равновесный и неравновесный. Методы и алгоритмы расчета ректификационных колонн. Описание ректификации в насадочных колоннах.

6.3 Модели и алгоритмы расчета процесса экстракции.

Экстракция в системах жидкость-жидкость. Описание процесса на основе ячеечной модели с обратными потоками. Алгоритм расчета колонного экстрактора.

6.4 Модели и алгоритмы расчета процесса адсорбции.

Описание и алгоритмы расчета процесса на основе модели вытеснения, ячеечной, диффузионной моделей.

6.5 Модели и алгоритмы расчета процесса сушки в псевдоожиженном слое.

Описание процесса конвективной сушки с учетом структуры газового потока в аппарате. Алгоритм расчета сушилки фонтанирующего слоя.

6.6 Модели и алгоритмы расчета процесса массовой кристаллизации из растворов.

Модели процесса кристаллизации на основе методов механики сплошных сред. Основные понятия механики сплошных сред. Допущения. Алгоритмы расчета периодических и непрерывных кристаллизаторов.

6.7 Модели и алгоритмы расчета совмещенных и биотехнологических процессов.

Хеморектификация, хемосорбция, биологическая очистка промышленных стоков. Использование принципа совмещения для интенсификации процессов.

Заключение.

Взаимосвязь физического и математического моделирования в ходе решения задач оптимизации, проектирования и создания новых химико-технологических процессов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6
	Знать:						
1	определение, структуру и блочный принцип построения математических моделей	+		+			+
2	этапы математического моделирования	+		+			+
3	взаимосвязь физического и математического моделирования		+	+	+	+	
4	математические модели процессов абсорбции, ректификации, экстракции, сушки, теплообмена, кристаллизации, алгоритмы расчета вышеуказанных процессов						+
	Уметь:						
5	решать задачи составления математического описания	+		+			+
6	выбирать метод решения сформулированной системы уравнений				+		+
7	устанавливать адекватность математической модели объекту исследования	+					
8	решать задачи оптимизации и проектирования вышеперечисленных химико-технологических процессов						+

Владеть:							
9	аналитическим, эмпирическим и эмпирико-аналитическим методами составления математического описания	+		+	+		+
10	методами идентификации параметров математических моделей		+	+			+
11	алгоритмами расчета основных тепло-, массообменных процессов в проверочной и проектной постановках задачи					+	+
Универсальные компетенции:							
Профессиональные компетенции:							
Общепрофессиональные компетенции (ОПК):							
	ОПК-2 – Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	+	+	+	+	+	+
Профессиональные компетенции (ПК):							
19	ПК-3. Способен моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности						+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Предусмотрены практические занятия обучающегося бакалавриата в объеме 20 акад. ч. (2 акад. ч Раздел 1; 2 ч. Раздел 2; 4 акад. ч Раздел 3; 4 акад. ч Раздел 4; 2 ч. Раздел 5; 6 ч. Раздел 6).

№ п/п	№ раздела дисциплины	Примерные темы практических занятий
1	1.1	Установление адекватности математических моделей путем проверки статистических гипотез
2	2.1	Оценка параметров моделей с использованием метода моментов
3	3.1	Расчет моментов экспериментальных функций отклика на стандартные возмущения
4	3.2	Построение комбинированных моделей структуры потоков

		в аппаратах
5	4.1	Постановка задач и расчет многокомпонентных равновесий жидкость – пар
6	4.1	Расчет совмещенных фазовых и химических равновесий
7	4.2	Постановка задач и расчет многокомпонентных равновесий жидкость – жидкость
8	5	Расчет матрицы коэффициентов массопередачи в многокомпонентной системе
9	6.1	Построение модели и расчет требуемого числа ступеней разделения процесса абсорбции газов
10	6.2	Построение алгоритма расчета колонн многокомпонентной ректификации методом «От тарелки к тарелке»
11	6.2	Построение алгоритма расчета колонн многокомпонентной ректификации на основе метода установившегося состояния
12	6.2	Построение алгоритма расчета колонн периодической ректификации
13	6.5	Построение моделей процессов теплообмена
14	6.5	Оценка кинетических параметров процесса сушки частиц бутадиен-стирольного каучука в аппарате фонтанирующего слоя
15	6.6	Оценка параметров моделей массовой кристаллизации из растворов
16	6.7	Построение модели и алгоритма расчета аэротенка

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов» предусмотрена самостоятельная работа студента бакалавриата в объеме 96 ч в семестре. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена и практических занятий по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения,

предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ и домашних заданий (максимальная оценка 60 баллов), и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

По дисциплине «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов» предусмотрены следующие баллы текущего контроля освоения дисциплины:

Примерный перечень тем домашних заданий для самостоятельного выполнения студентами

1. Исследование структуры потоков в аппаратах колонного типа - 5 баллов.
2. Оценка целесообразности применения модели для описания структуры потока в аппарате - 5 баллов.
3. Расчет моментов экспериментальных функций отклика на стандартные возмущения через передаточную функцию - 5 баллов.
4. Оценка параметров моделей структуры потоков в аппаратах с использованием метода установившегося состояния - 5 баллов.
5. Формулировка и решение уравнений динамики изменения концентрации индикатора в выходном потоке аппарата, описываемом комбинированной моделью заданного вида - 7 баллов.
6. Определение динамики изменения концентрации индикатора на выходе из аппарата, структура потоков в котором описывается комбинированной моделью, для синусоидального (ступенчатого) входного возмущения - 7 баллов.
7. Расчет равновесия в бинарных смесях с учетом неидеальности компонентов жидкой фазы - 5 баллов.
8. Определение расхода абсорбента для улавливания заданного количества загрязняющих веществ в потоке воздуха - 7 баллов.
9. Определение расхода экстрагента, необходимого для извлечения загрязняющих веществ с заданной степенью из сточных вод - 9 баллов.

Примерный перечень заданий может варьироваться. Рейтинговая оценка за домашнее задание одному студенту – 40 баллов.

8.1. Примеры контрольных работ для текущего контроля освоения дисциплины.

Контрольная работа № 1

Максимальная оценка 5 баллов

по теме «Абсорбция»

Определить направление переноса ацетилена и движущую силу переноса (в

начальный момент времени, в мольных долях) в системе атмосферный воздух – вода – ацетилен при температуре 25 °С, если в воздухе содержится $y=14\%$ объемных ацетилена, а в воде содержится $x=0,29 \cdot 10^{-3}$ кг ацетилена на 1 кг воды. Атмосферное давление составляет 765 мм рт. ст. Константа Генри К равна: $1,01 \cdot 10^6$ мм рт. ст.

Контрольная работа № 2

Максимальная оценка 5 баллов

по теме «Фазовые равновесия»

На лабораторной установке изучалось парожидкостное равновесие в системе ацетон-вода при температуре кипения смеси равной 61 °С. Состав жидкой фазы равнялся $X_{\text{ац}}=0,308$ мол. доли. Необходимо вычислить состав паровой фазы и давление паровой смеси с точностью 10%. Расчеты вести с использованием уравнения Вильсона. Параметры уравнения Вильсона взять из лабораторного практикума.

Контрольная работа № 3

Максимальная оценка 5 баллов

по теме «Установление адекватности модели»

На производстве 3 смены рабочих выпускали сверхплановую продукцию

Смена	1	2	3
Количество сверхплановой продукции (в условных единицах)	3	7	5

Можно ли считать расхождения между количеством сверхплановой продукции по сменам случайными?

Контрольная работа № 4

Максимальная оценка 5 баллов

по теме «Исследование структуры потоков»

Вычислить размерные начальные и центральные моменты 1, 2 и 3 порядков и дисперсию по функции отулика на импульсное возмущение для аппарата, структура потоков в котором описывается ячеечной моделью ($N=3$). Объем аппарата 3 м³ а объемная скорость потока через аппарат – 2 м³/час.

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

8.2. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (6 семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих

процессов» проводится в 6 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам учебной программы дисциплины. Билет состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за каждый вопрос – 20 баллов.

Примерный перечень вопросов к зачету с оценкой.

1. Основные этапы математического моделирования.
2. Виды математических моделей.
3. Методы разработки и состав математического описания ХТП.
4. Индикаторные методы исследования структуры потоков.
5. Моменты кривых отклика.
6. Термодинамические условия равновесия для гетерогенных систем.
7. Виды моментов функций распределения.
8. Метод моментов при изучении структуры потоков.
9. Уравнения математического описания процессов многокомпонентной ректификации в тарельчатых колоннах.
 10. Ячеечная модель.
 11. Ячеечная модель с обратными потоками. Допущения.
 12. Связь ячеечной модели с обратными потоками с другими моделями структуры потоков.
 13. Модель идеального смешения. Допущения.
 14. Модель идеального вытеснения. Допущения.
 15. Диффузионная модель структуры потоков. Допущения.
 16. Комбинированные модели структуры потоков.
 17. Описание систем с рециклом.
 18. Системы с байпасированием.
 19. Модель с застойной зоной.
 20. Оценка параметра ячеечной модели.
 21. Оценка параметров ячеечной модели с обратными потоками.
 22. Оценка параметра диффузионной модели.
 23. Передаточная функция динамического объекта.
 24. Классификация математических моделей.
 25. Состав математического описания.
 26. Этапы математического моделирования.
 27. Методы составления математического описания.
 28. Выбор метода решения и составление алгоритма расчета.
 29. Установление адекватности моделей по критериям рассогласования.
 30. Установление адекватности моделей по статистическим критериям.
 31. Передаточная функция моделей идеального смешения и идеального вытеснения.
 32. Передаточная функция ячеечной модели с обратными потоками.
 33. Передаточная функция диффузионной модели.

34. Связь передаточной функции с начальными моментами.
35. Индикаторный метод импульсного возмущения.
36. Индикаторный метод ступенчатого возмущения.
37. Метод синусоидального возмущения.
38. Метод установившегося состояния.
39. Характеристика метода нейросетевого моделирования.
40. Классификация нейронных сетей.
41. Методы обучения нейронных сетей.
42. Схема создания нейронной сети.
43. Описание процесса абсорбции.
44. Ректификация многокомпонентных смесей в тарельчатых колоннах.
45. Описание периодической ректификации.
46. Основные законы теплообмена.
47. Расчет кожухотрубных теплообменников.
48. Массовая кристаллизация из растворов.
49. Сушка сыпучих материалов.
50. Равновесия в многокомпонентных двухфазных системах.
51. Модели массопередачи в двухфазных системах.
52. Жидкостная экстракция. Математическое описание.

Примеры билетов:

<p>«Утверждаю» Зав. каф. Кибернетики ХТП _____ М.Б. Глебов «___» _____ 2023 г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра кибернетики ХТП</p>
	<p>18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии Профиль – «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика»</p>
	<p>Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов</p>
<p>Билет № 5</p> <p>1. Ячеечная модель с обратными потоками. Допущения. 2. Ректификация многокомпонентных смесей в тарельчатых колоннах.</p>	

<p>«Утверждаю» Зав. каф. Кибернетики ХТП _____ М.Б. Глебов</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра кибернетики ХТП</p>

« ____ » _____ 2023 г.	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии Профиль – «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика»
	Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов
<p>Билет № 11</p> <p>1. Этапы математического моделирования.</p> <p>2. Принципы нейросетевого моделирования.</p>	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

9.1. Рекомендуемая литература.

А) Основная литература:

1. Математическое моделирование основных процессов химических производств: учеб. пособие для академического бакалавриата/ Кафаров В.В., Глебов М.Б. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019.- 403 с.
2. Цифровое проектирование оптимально организованных химических производств. Теория и практика. Часть 1. Теория: учеб. Пособие / В.А. Налетов, М.Б. Глебов, А.Ю. Налетов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2021 – 172 с.
3. Цифровое проектирование оптимально организованных химических производств. Теория и практика. Часть 2. Практика: учеб. пособие / В.А. Налетов, М.Б. Глебов, А.Ю. Налетов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2021 – 122 с.
4. Лабораторный практикум по моделированию основных процессов химической технологии: учеб. пособие/ А.А. Дудоров, М.Б. Глебов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2021.-84 с.

Б) Дополнительная литература:

1. Кафаров В.В. Основы массопередачи / В. В. Кафаров. – М.: Высшая школа, 1979. – 439 с.
2. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. – М.: Химия, 1984. – 370 с.
3. Кафаров В.В. Системный анализ процессов химической технологии. Т.1. Основы стратегии / В.В. Кафаров, И.Н. Дорохов. – М.: Наука, 1976. – 400 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

– Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ, размещенные на сайте Междисциплинарной автоматизированной системы обучения (АСО) (<http://cis.muotr.ru/alk>) (доступно по локальной сети кафедры)

Научно-технические журналы:

- «Программные продукты и системы», ISSN (печатной версии) – 0236-235X, ISSN (онлайновой версии) – 2311-2735;
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN – 0023-110X;
- «Химическая технология», ISSN – 1684-5811;

- «Стандарты и качество», ISSN – 0038-9692;
- «Контроль качества продукции», ISSN – 2541-9900;
- «Теоретические основы химической технологии», ISSN – 0040-3571;
- «Computers and Chemical Engineering» ISSN – 0098-1354;
- «Информационные технологии в проектировании и производстве», ISSN – 2073-2597;
- «Химическое и нефтегазовое машиностроение», ISSN – 023-1126;
- Журнал «ТРИЗ» и другие.

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Каталог оборудования группы компаний ТЭФОС, ООО ТД «Нефтехиммаш КО» (Нижний Новгород). [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.tefos.ru (дата обращения: 16.05.2023).
2. Лабораторное оборудование компании «БИОХИМПРО». [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.biohimpro.ru (дата обращения: 16.05.2023).
3. Официальный дистрибьютор высокотехнологичного оборудования химических процессов от ведущих производителей Китая компания АКІКО. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.akiko.ru (дата обращения: 16.05.2023) и другие.
Сайты на актуальные компании производителей и дистрибьюторов лабораторного и промышленного оборудования ежегодно обновляются по материалам международной выставки «Химия» и другие.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

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

- 2 компьютерных класса на 16 и 10 посадочных мест с предустановленным базовым программным обеспечением, в том числе с возможностью подключения к сети Интернет.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 05.05.2023).

2. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4> (дата обращения: 05.05.2023).

3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ». [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EА%E0%E7> (дата обращения: 05.05.2023).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

1. Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 05.05.2023).

2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 05.05.2023).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1 727 628 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающихся.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

На кафедре Кибернетики химико-технологических процессов для проведения занятий по дисциплине имеется 2 учебные аудитории с 16 и 10 компьютерами. Все компьютеры имеют доступ к сети Интернет.

Для проведения практических занятий по дисциплине имеются: учебная аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием.

Кафедра обладает программным обеспечением, приведенным в разделе 13.4.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

По дисциплине «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов» доступны учебные материалы, размещенные на сайте кафедры <http://kxtp.muctr.ru>. Реализованы лекции по учебным модулям в соответствии с программой дисциплины. Приведены примеры решения практических работ.

Организован доступ к свободно распространяемым образовательным порталам и сайтам для использования информационно-справочных ресурсов.

Бакалавры могут использовать данные электронные ресурсы для самостоятельной подготовки, а в последующем – при выполнении научно-исследовательской работы и написания выпускной квалификационной работы.

11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

На кафедре Кибернетики ХТП используются информационно-методические материалы: учебные пособия; методические рекомендации к практическим занятиям; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде.

11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013	20	Бессрочно
2	Microsoft Windows Server - Standard 2008	Государственный контракт № 168-167А/2008 Microsoft Open License Номер лицензии 61068797	9	Бессрочно

Осуществляется периодическое обновление программных средств.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p style="text-align: center;">Раздел 1.</p> <p>Принципы построения математических моделей и этапы математического моделирования</p>	<p><i>Знает:</i> структуру математического описания процессов химической технологии, этапы математического моделирования, выбор метода решения, установление адекватности модели по объекту, основные понятия нейросетевого моделирования;</p> <p><i>Умеет:</i> строить математическое описание исходя из блочного принципа построения моделей, выбирать метод решения и строить алгоритмы расчета;</p> <p><i>Владеет:</i> эмпирическим, аналитическим и эмпирико-аналитическими подходами к построению математического описания, статистическими методами установления адекватности моделей, способами построения алгоритмов расчета.</p>	<p>Контрольная работа. Домашние задания. Зачет с оценкой.</p>
<p style="text-align: center;">Раздел 2.</p> <p>Параметрическая идентификация моделей химико-технологических процессов</p>	<p><i>Знает:</i> методы идентификации параметров математических моделей: метод моментов и метод максимального правдоподобия;</p> <p><i>Умеет:</i> формулировать задачу поиска неизвестных параметров модели и выбирать метод идентификации параметров;</p> <p><i>Владеет:</i> методикой реализации методов поиска неизвестных параметров.</p>	<p>Контрольная работа. Домашние задания. Зачет с оценкой.</p>
<p style="text-align: center;">Раздел 3.</p> <p>Описание структуры потоков в аппарате на основе модельных представлений движения потока</p>	<p><i>Знает:</i> эмпирические методы установления структуры потоков, представление моделей в форме дифференциальных уравнений и передаточных функций, связь моментов распределения частиц потока по времени пребывания с передаточной функцией;</p> <p><i>Умеет:</i> оценивать моменты</p>	<p>Контрольная работа. Домашние задания. Зачет с оценкой.</p>

	<p>распределения частиц потока по времени пребывания через эмпирические функции отклика на стандартные возмущения;</p> <p><i>Владеет:</i> моделями структуры потоков в аппаратах.</p>	
<p>Раздел 4. Постановка и решение задач расчета фазовых равновесий в многокомпонентных системах</p>	<p><i>Знает:</i> постановку задач и расчет равновесий в системе жидкость – газ, жидкость – пар, постановку задач и расчет равновесий в системе жидкость – жидкость</p> <p><i>Умеет:</i> строить алгоритмы расчета двухфазных равновесий жидкость-пар (газ) и жидкость-жидкость в различных постановках;</p> <p><i>Владеет:</i> методикой расчета двухфазных равновесий в реальных системах.</p>	<p>Контрольная работа. Домашние задания. Зачет с оценкой.</p>
<p>Раздел 5. Расчет потоков в двухфазных многокомпонентных системах на основе модельных представлений массопереноса</p>	<p><i>Знает:</i> многокомпонентный массоперенос в однофазной среде, модели массопереноса в двухфазных средах;</p> <p><i>Умеет:</i> рассчитывать потоки в двухфазных многокомпонентных системах;</p> <p><i>Владеет:</i> методикой расчета массопереноса в двухфазных многокомпонентных системах.</p>	<p>Контрольная работа. Домашние задания. Зачет с оценкой.</p>
<p>Раздел 6. Модели и алгоритмы расчета типовых процессов химической технологии</p>	<p><i>Знает:</i> модели и алгоритмы расчета процесса абсорбции, модели и алгоритмы расчета процесса многокомпонентной ректификации, модели и алгоритмы расчета процесса экстракции, модели и алгоритмы расчета процесса адсорбции, модели и алгоритмы расчета процесса сушки, модели и алгоритмы расчета процесса массовой кристаллизации из растворов;</p> <p><i>Умеет:</i> реализовывать алгоритмы расчета в форме моделирующих компьютерных программ;</p> <p><i>Владеет:</i> методикой расчета указанных процессов в проверочной и проектной</p>	<p>Контрольная работа. Домашние задания. Зачет с оценкой.</p>

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов»
основной образовательной программы
направления подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в
химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Профиль подготовки – «Основные процессы химических производств и
химическая кибернетика»
Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №____от «_____»__20_г.
		протокол заседания Ученого совета №____от «_____»__20_г.

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

_____ Ф.А. Колоколов

«19» июня 2023 г.

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

**Направление подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«19» июня 2023 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2023

Программа составлена:

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

старшим преподавателем кафедры ОХТ, Дубко А.И.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Общей химической технологии «26» мая 2023 г., протокол № 10.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Общей химической технологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение *одного* семестра.

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

Цель дисциплины – формирование знаний в области реализации химико-технологических процессов с учетом физико-химических особенностей протекающих реакций, выбора оптимальных условий реализуемых процессов, выбора эффективных реакторов, приобретения навыков в составлении материальных и тепловых балансов, в расчете процессов и реакторов на основе математического моделирования, получения знаний в области разработки энергосберегающих химико-технологических систем (ХТС), безотходных и малоотходных технологий на примере современных производств.

Задачи дисциплины:

- изучение химического производства как химико-технологической системы, ее организации, структуры и функционирования;
- изучение методов балансовых расчетов, анализа химического производства, определения его эффективности;
- обучение методам и приемам разработки ХТС и оптимальной организации химико-технологических процессов в ней;
- развитие инженерного мышления и эрудиции при анализе и синтезе химико-технологических систем;
- знакомство с некоторыми конкретными химическими производствами, на примере которых предметно демонстрируются основные теоретические положения курса.

Дисциплина **«Общая химическая технология»** преподается в **7-ом** семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональных компетенций и индикаторов их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: технологический				
<p>Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации</p>	<p>Химическое, химико-технологическое производство</p> <p>- Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>	<p>ПК-1.</p> <p>Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья</p>	<p>ПК-1.1.</p> <p>Знает процессы химической технологии, аппараты и методы их расчета, основные понятия управления технологическими процессами, методы оптимизации химико-технологических процессов, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса</p> <p>ПК-1.2.</p> <p>Умеет подбирать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса, оценивать технологическую эффективность</p>	<p>26.008 Специалист в области экологической биотехнологии (уровень квалификации – б)</p> <p>40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам (уровень квалификации – б)</p> <p>40.117 Специалист по экологической безопасности (в промышленности) (уровень квалификации – б)</p>

			<p>производства, применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов</p> <p>ПК-1.3. Владеет навыками технологических расчетов, определения технологических показателей процесса, управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов</p>	
--	--	--	---	--

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основы теории химических процессов и реакторов;
- методологию исследования взаимодействия химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях;
- методику выбора реактора и расчёта процесса в нем;
- основные реакционные процессы и реакторы химической и биотехнологии;
- основные принципы организации химического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
- основные химические производства.

Уметь:

- рассчитать основные характеристики химического процесса;
- выбрать рациональную схему производства заданного продукта;
- оценить технологическую эффективность производства;
- выбрать эффективный тип реактора;
- провести расчет технологических параметров для заданного процесса;
- определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе.

Владеть:

- методами анализа эффективности работы химических производств;
- методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей;
- методами выбора химических реакторов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	252	189
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,67	96	72
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	24
Самостоятельная работа	3,33	120	90
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,33	120	90
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
Вид итогового контроля	экзамен		

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	252	189
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,66	24	18
Лекции	0,22	8	6
Практические занятия (ПЗ)	0,22	8	6
Лабораторные работы (ЛР)	0,22	8	6
Самостоятельная работа	6,09	219	164,25
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	6,09	219	164,25
Вид контроля:			
Экзамен	0,25	9	6,75
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,25	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		8,6	6,45
Вид итогового контроля	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий для очной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек	ПЗ	ЛР	СР
1.	Раздел 1. Химическая технология и химическое производство	26	6	-	-	20
1.1	Основные определения и положения	6	1	-	-	5
1.2	Химическое производство	7	2	-	-	5
1.3	Сырьевые ресурсы, вода и энергия в химическом производстве	13	3	-	-	10
2.	Раздел 2. Теоретические основы химических процессов и реакторов	94	16	14	24	40
2.1	Основные определения и положения	14	3	2	4	5
2.2	Химические процессы	35	6	5	14	10
2.3	Химические реакторы	33	5	7	6	15
2.4	Промышленные химические реакторы	12	2	-	-	10
3.	Раздел 3. Химическое производство, как химико-технологическая система (ХТС)	48	6	12	-	30
3.1	Структура и описание химико-технологической системы	9	2	2	-	5
3.2	Анализ ХТС	22	2	5	-	15
3.3	Синтез ХТС	17	2	5	-	10
4.	Раздел 4. Промышленные химические производства	37	3	6	8	20
5.	Раздел 5. Современные тенденции в развитии химической технологии	11	1	-	-	10
	ИТОГО	216	32	32	32	120
	Экзамен	36				
	ИТОГО	252				

4.2. Разделы дисциплины и виды занятий для заочной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек	ПЗ	ЛР	СР
1.	Раздел 1. Химическая технология и химическое производство	36,5	1,5	-	-	35
1.1	Основные определения и положения	7,25	0,25	-	-	7
1.2	Химическое производство	8,5	0,5	-	-	8
1.3	Сырьевые ресурсы, вода и энергия в химическом производстве	20,75	0,75	-	-	20
2.	Раздел 2. Теоретические основы химических процессов и реакторов	86,5	4	3,5	6	73
2.1	Основные определения и положения	10,25	0,75	0,5	1	8
2.2	Химические процессы	21,25	1,5	1,25	3,5	15
2.3	Химические реакторы	34,5	1,25	1,75	1,5	30
2.4	Промышленные химические реакторы	20,5	0,5	-	-	20
3.	Раздел 3. Химическое производство, как химико-технологическая система (ХТС)	59,5	1,5	3	-	55
3.1	Структура и описание химико-технологической системы	11	0,5	0,5	-	10
3.2	Анализ ХТС	26,75	0,5	1,25	-	25
3.3	Синтез ХТС	21,75	0,5	1,25	-	20
4.	Раздел 4. Промышленные химические производства	44,25	0,75	1,5	2	40
5.	Раздел 5. Современные тенденции в развитии химической технологии	16,25	0,25	-	-	16
	ИТОГО	243	8	8	8	219
	Экзамен	9				
	ИТОГО	252				

4.3. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Химическая технология и химическое производство.

1.1. Основные определения и положения.

Химическая технология. Объект химической технологии. Межотраслевой характер химической технологии. Развитие химических производств и химической технологии. Место химической технологии в промышленной сфере и методов химической технологии в нехимических отраслях промышленности. Системный анализ сложных схем и взаимодействий элементов схемы – понятие и содержание метода. Физическое и математическое моделирование, определение и основные понятия, их место в инженерно-химических исследованиях и разработках. Место и значение натурального и вычислительного эксперимента. Содержание и задачи учебного курса.

1.2. Химическое производство.

Понятие о химическом производстве. Многофункциональность химического производства. Общая структура химического производства. Основные подсистемы химического производства. Основные технологические компоненты химического производства.

Качественные и количественные показатели химического производства: технологические, экономические, эксплуатационные, социальные.

1.3. Сырьевые ресурсы, вода и энергия в химическом производстве.

Классификация сырьевых ресурсов по различным признакам – фазовому состоянию, происхождению, источникам. Минеральное сырье (руды и полезные ископаемые), органическое природное сырье (горючие ископаемые), растительное и животное сырье, вторичное сырье – их использование и пути переработки. Основные способы первичной обработки сырья (обогащение, очистка, подготовка к транспортировке и переработке). Понятие, сущность и примеры углубления использования сырья, комбинирования производств и комплексной переработки сырья.

Значение и использование воды в химических производствах. Источники воды. Требования к технологической и бытовой воде. Промышленная подготовка воды и методы ее очистки от примесей. Основные методы контроля качества воды. Экономия водопотребления в производстве. Водооборотные системы.

Виды и источники энергии в химической промышленности. Масштабы потребления и способы уменьшения энергетических затрат. Сущность и примеры регенерации и рекуперации энергии. Энерготехнологические системы. Вторичные энергетические ресурсы.

Раздел 2. Теоретические основы химических процессов и реакторов.

2.1. Основные определения и положения.

Физико-химические закономерности химических превращений – стехиометрические, термодинамические, кинетические. Показатели химического превращения – степень превращения, выход продукта, интегральная и дифференциальная селективности, скорости реакции и превращения реагентов.

2.2. Химические процессы.

Определение. Классификация химических процессов по различным признакам – химическим (вид химической реакции, термодинамические характеристики, схема превращений) и фазовым (число и агрегатное состояние фаз).

Гомогенный химический процесс. Определение и примеры. Влияние химических признаков и условий протекания процесса на его показатели. Способы интенсификации.

Понятие оптимальных температур. Оптимальные температуры для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических реакций.

Гетерогенный (некаталитический) химический процесс. Определение и примеры. Структура процесса и его составляющие (стадии). Наблюдаемая скорость химического превращения. Области (режимы) протекания процесса, лимитирующая стадия.

Гетерогенный химический процесс "газ (жидкость) – твердое". Обоснование, построение и анализ математической модели для реакций горения (модель "сжимающаяся сфера") и топахимической (модель "с невзаимодействующим ядром"). Наблюдаемая скорость превращения, время превращения и пути интенсификации для различных областей протекания процесса.

Гетерогенный химический процесс "газ (жидкость) – жидкость". Обоснование, построение и анализ математической модели. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Пути интенсификации для различных режимов процесса.

Каталитический процесс. Определение, классификация, примеры. Гетерогенный катализ на твердом катализаторе. Обоснование, построение и анализ математической модели на каталитической поверхности и в пористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Степень использования внутренней поверхности. Пути интенсификации каталитических процессов.

2.3. Химические реакторы.

Определение и назначение химического реактора. Реакторы в химических и нехимических отраслях промышленности. Обзор типов химических реакторов, их структурные элементы (реакционная зона, устройства ввода и вывода, смешения, разделения и распределения потоков, теплообменные элементы), основные процессы и явления в них.

Систематизация процессов в химическом реакторе по масштабу их протекания: химическая реакция, химический процесс в элементарном объеме, процессы в реакционном элементе и в реакторе в целом, их взаимосвязь и иерархическая структура математической модели процесса в реакторе. Примеры процессов в различных видах химических реакторов.

Классификация процессов в реакторах по различным признакам – вид химического процесса, организация потоков реагентов (схема движения реагентов через реактор, структура потоков в реакционной зоне), организация тепловых потоков (тепловой режим, схема теплообмена), стационарность процесса.

Обоснование и построение математической модели процесса в реакторах различного типа как системы уравнений материального и теплового балансов на основе данных о структуре потока, химических превращениях, явлениях переноса тепла и вещества и их взаимодействии. Систематизация и классификация математических моделей процессов в реакторах.

Изотермические процессы в химическом реакторе. Влияние структуры потока (идеальное смешение и вытеснение), стационарности процесса (проточный и периодический), параметров и условий протекания процесса (температура, концентрация, давление, объем реакционной зоны, время), вида химической реакции (простая и сложная, обратимая и необратимая) и ее параметров на профили концентраций и показатели процесса в реакторе (степень превращения, выход продукта, селективность процесса). Основы расчета процесса в реакторе. Сопоставление эффективности процессов в реакторах, описываемых моделями идеального смешения и вытеснения.

Неизотермические процессы в химических реакторах. Организация тепловых потоков и режимов в химических реакторах. Распределение температуры, концентраций и степени превращения в реакторе в режимах идеального смешения и вытеснения, адиабатическом и с теплообменом. Связь температуры и степени превращения в адиабатическом процессе. Сопоставление с изотермическим режимом. Число и устойчивость стационарных режимов в реакторах идеального смешения.

2.4. Промышленные химические реакторы.

На конкретных примерах предметно рассматриваются промышленные реакторы для проведения гомогенных, гетерогенных и каталитических процессов – типы реакторов, конструктивные характеристики и особенности режима, области использования.

Раздел 3. Химическое производство, как химико-технологическая система.

3.1. Структура и описание химико-технологической системы.

Химическое производство как химико-технологическая система (ХТС). Понятие системы и ХТС. Состав ХТС: элементы, связи, подсистемы. Элементы ХТС, классификация по виду процессов и назначению. Технологические связи элементов ХТС (потоки). Последовательная, параллельная, разветвленная, последовательно-обводная (байпас), обратная (рецикл) технологические связи. Их схемы и назначение.

Описание ХТС. Виды моделей ХТС - описательные и графические. Описательные модели – химическая схема и математическая модель. Графические модели – функциональная, технологическая, структурная и другие (специальные) схемы. Назначение, применение и взаимосвязь моделей.

3.2. Анализ ХТС.

Понятие, задачи и результаты анализа ХТС – состояние ХТС, материальный и тепловой балансы, показатели химического производства.

Свойства ХТС как системы: взаимосвязанность режимов элементов, различие оптимальности элемента одиночного и в системе, устойчивость и существование стационарных режимов и др.

Материальный и тепловой балансы. Методика составления и расчета материальных и тепловых балансов ХТС и ее подсистем. Особенности расчета балансов в схемах с рециклом. Формы представления балансов (таблицы, диаграммы и др.).

Материальный баланс для массообменных и реакционных элементов. Использование стехиометрических, термодинамических и межфазных балансовых соотношений. Степень использования сырьевых ресурсов.

Энергетический (по полной энергии) баланс и КПД.

3.3. Синтез ХТС.

Понятие и задачи синтеза ХТС. Основные этапы разработки ХТС. Роль математических и эвристических методов.

Основные концепции при синтезе ХТС: полное использование сырьевых и энергетических ресурсов, минимизация отходов, оптимальное использование аппаратуры. Их содержание и способы реализации. Комбинированные производства, совмещенные процессы, вторичные энергетические ресурсы, энерготехнологические системы, перестраиваемые ХТС, замкнутые, малоотходные производства – их понятия, особенности и применение.

Однородные технологические схемы: система рекуперативного теплообмена, система разделения многокомпонентной смеси, система реакторов. Основы построения их оптимальной структуры

Раздел 4. Промышленные химические производства.

Химические производства рассматриваются предметно как реализация изученных теоретических основ химико-технологических процессов и ХТС, концепций построения высокоэффективной ХТС. Основной акцент делается на физико-химические основы концепции построения технологической схемы производства и его подсистем. Производство серной кислоты. Производство аммиака. Производство азотной кислоты.

Раздел 5. Современные тенденции в развитии химической технологии.

Текущее состояние химической промышленности в мире и тенденции ее развития. Перспективные источники сырья и энергии. Кластеризация химической промышленности. Совмещенные процессы. Гибкие и перестраиваемые технологические схемы. Новые химико-технологические процессы и способы получения продуктов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
Знать:						
1	основы теории химических процессов и реакторов;		+			
2	методологию исследования взаимодействия химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях;	+				
3	методику выбора реактора и расчёта процесса в нем;		+			
4	основные реакционные процессы и реакторы химической технологии;		+			
5	основные принципы организации химического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;			+		+
6	основные химические производства.				+	
Уметь:						
7	рассчитать основные характеристики химического процесса;	+	+			
8	выбрать рациональную схему производства заданного продукта;			+	+	+
9	оценить технологическую эффективность производства;	+			+	+
10	выбрать эффективный тип реактора;		+			
11	провести расчет технологических параметров для заданного процесса;		+		+	
12	определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе.		+			
Владеть:						
13	методами анализа эффективности работы химических производств;	+			+	+
14	методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей;		+	+		
15	методами выбора химических реакторов.		+			

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие *профессиональные* компетенции и индикаторы их достижения:

	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
16	ПК-1. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ПК-1.1. Знает процессы химической технологии, аппараты и методы их расчета, основные понятия управления технологическими процессами, методы оптимизации химико-технологических процессов, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса	+	+	+	+	+
17		ПК-1.2. Умеет подбирать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса, оценивать технологическую эффективность производства, применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов	+	+	+	+	+
18		ПК-1.3. Владеет навыками технологических расчетов, определения технологических показателей процесса, управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы (очн. форма)	Часы, (заочн. форма)
1	2	Показатели химико-технологического процесса. Стехиометрические закономерности.	2	0,5
2	2	Показатели химико-технологического процесса. Термодинамические закономерности.	3	0,75
3	2	Показатели химико-технологического процесса. Кинетические закономерности.	3	0,75
4	2	Реакторы идеального вытеснения (РИВ) и идеального смешения непрерывного действия (РИС-н)	4	1
5	2	Реакторы идеального смешения периодического действия (РИС-п). Адиабатический реактор идеального смешения	2	0,5
6	3	Каскад реакторов идеального смешения (к-РИС-н)	3	0,75
7	3	Разнородные ХТС. Последовательное и параллельное соединение РИС и РИС	2	0,5
8	3	Фракционный рецикл	3	0,75
9	3	Материальный баланс элемента ХТС без химического превращения	2	0,5
10	3	Материальный баланс элемента ХТС с химическим превращением	2	0,5
11	4	Расходные коэффициенты по сырью, энергии и вспомогательным материалам	3	0,75
12	4	Материальный баланс ХТП	3	0,75

6.2 Лабораторные занятия

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

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

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

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

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

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

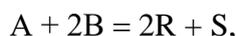
Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка **40** баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка **20** баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка **40** баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено **3** контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет **10** баллов за первую и **15** баллов за вторую и третью.

Раздел 2. Пример контрольной работы № 1. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Определить степень превращения по компоненту В (x_B) и состав реакционной смеси для реакции



если $x_A = 0,6$; $c_{A0} = 1$ кмоль/м³; $c_{B0} = 1,5$ кмоль/м³.

2. Определить влияние избытка водяного пара в исходной смеси на равновесную степень превращения этилена в обратимой реакции синтеза этанола:



для трёх мольных соотношений в исходной смеси $\alpha = H_2O:C_2H_4 = 1; 4; 9$. Давление в процессе 3 МПа, константа равновесия $K_p = 0,068$ МПа⁻¹.

Раздел 3. Пример контрольной работы № 2. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, 7 баллов за первый вопрос, 8 баллов за второй вопрос.

1. Реактор периодического действия за 8 ч должен производить $N_R = 4,8$ кмоль продукта R. Чтобы загрузить реактор, нагреть его до нужной температуры и разгрузить после окончания процесса, требуется 1 ч.

1) Найти необходимый объём реактора, если известно, что в реакторе протекает реакция $A \rightarrow R$ с константой скорости $0,026$ мин⁻¹, начальная концентрация вещества A равна 8 кмоль/м³, 99 % которого подвергается превращению.

2) Определить объёмы реакторов ИС-Н и ИВ для получения такого же количества продукта R в сутки при той же степени превращения вещества A.

2. В реакторе идеального смешения объёмом $0,3$ м³ проводится экзотермическая реакция 1-го порядка $A \rightarrow R + Q_p$. Константа скорости реакции описывается уравнением $k = 10^3 \exp\left(-\frac{20000}{RT}\right)$ мин⁻¹. Тепловой эффект реакции составляет 2300 ккал/кмоль. Плотность

реакционной массы не зависит от степени превращения и равна 420 кг/м³. Удельная теплоёмкость раствора равна $0,95$ ккал/(кг·К). Раствор реагента A подаётся с концентрацией 6 кмоль/м³ в количестве $0,6$ м³/ч. Рассчитать, при какой температуре следует подавать исходный раствор вещества A в реактор, работающий в адиабатическом режиме, чтобы температура в нём не превышала 60 °С.

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 1 вопрос.

Жидкофазный процесс описывается реакцией 1-го порядка типа $A \rightarrow 2R$ с константой скорости равной $8,3 \cdot 10^{-3} \text{ сек}^{-1}$. Концентрация исходного вещества составляет 0,36 моль/л. Расход реакционной смеси равен 0,12 м³/мин.

Процесс проводится в установке из 3 реакторов смешения, соединенных последовательно объемом 0,3 м³.

Определить производительность установки по продукту R.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины.

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

8.2.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен)

1. Химический процесс. Технологические показатели эффективности. Модели химико-технологических систем. Подсистемы ХТС. Параметры состояния и параметры свойств потоков, параметры состояния элементов ХТС.
2. Материальный и тепловой балансы реакционного элемента ХТС. Свойства ХТС Синтез ХТС. Концепции синтеза и пути их решения. Синтез и сравнение однородных систем реакторов вытеснения и смешения при проведении в них различных реакций.
3. Стехиометрические закономерности химических процессов. Использование стехиометрических закономерностей в расчетах показателей эффективности технологических процессов.
4. Термодинамические закономерности химических процессов и их использование в технологических расчетах
5. Кинетические закономерности химических процессов. Скорость реакции и скорость превращения вещества. Схема превращения вещества
6. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для простых необратимых реакций различного порядка. Аналитические и графические зависимости: $r(c)$, $r(T)$, $r(x)$, $c(t)$. Теоретический оптимальный режим.
7. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для простых обратимых реакций. Аналитические и графические зависимости: $r(c)$, $r(T)$, $r(x)$, $c(t)$, $x(T)$. Линия оптимальных температур. Теоретический оптимальный режим.
8. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для сложных параллельных реакций. Аналитические и графические зависимости: $r(c)$, $r(T)$, $r(x)$, $c(t)$, $S_R(c)$, $S_R(T)$. Теоретический оптимальный режим.
9. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для сложных последовательных реакций. Аналитические и графические зависимости: $r(c)$, $r(T)$, $r(x)$, $c(t)$, $S_R(c)$, $S_R(T)$. Теоретический оптимальный режим.
10. Гетерогенные процессы. Классификация. Примеры.
11. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающаяся сфера». Материальный баланс по газовой и твердой фазам. Наблюдаемая скорость превращения Время полного превращения твердого. Режимы протекания процесса. Лимитирующие стадии.
12. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающаяся сфера». Режимы протекания процесса. Лимитирующие стадии. Способы интенсификация процессов, протекающих в различных лимитирующих стадиях.

13. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающаяся сфера». Режимы протекания процесса. Лимитирующие стадии. Влияние температуры и скорости потока на скорость превращения
14. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающееся ядро». Режимы протекания процесса. Лимитирующие стадии. Способы интенсификация процессов, протекающих в различных лимитирующих стадиях.
15. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающееся ядро». Материальный баланс по газовой и твердой фазам. Наблюдаемая скорость превращения и время полного превращения твердого для процесса, протекающего в кинетической, области.
16. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающееся ядро». Материальный баланс по газовой и твердой фазам. Наблюдаемая скорость превращения и время полного превращения твердого для процесса, протекающего во внутридиффузионной области
17. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающееся ядро». Материальный баланс по газовой и твердой фазам. Наблюдаемая скорость превращения и время полного превращения твердого для процесса, протекающего во внешнедиффузионной области.
18. Каталитические процессы. Катализаторы. Требования, предъявляемые к катализаторам.
19. Гетерогенно-каталитический процесс на непористом зерне катализатора. Основные стадии. Математическое описание процесса. Наблюдаема скорость процесса.
20. Гетерогенно-каталитический процесс на непористом зерне катализатора. Наблюдаема скорость процесса. Наблюдаемый коэффициент. Влияние температуры и скорости потока на скорость превращения
21. Гетерогенно-каталитический процесс на пористом зерне катализатора. Математическое описание процесса. Основные стадии. Наблюдаемая скорость процесса. Модуль Зельдовича-Тилле.
22. Гетерогенно-каталитический процесс на пористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость процесса. Модуль Зельдовича-Тилле. Степень использования внутренней поверхности катализатора. Режимы протекания процесса
23. Гетерогенно-каталитический процесс на пористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость процесса. Модуль Зельдовича-Тилле. Влияние температуры и размера зерен катализатора на наблюдаемую скорость процесса и степень использования внутренней поверхности катализатора
24. Тепловые явления на непористом зерне катализатора
25. Тепловые явления на пористом зерне катализатора
26. Гетерогенный процесс газ-жидкость. Математическое описание процесса. Основные стадии. Наблюдаемая скорость процесса. Способы интенсификации.
27. Основные типы реакторов в химической технологии. Работа реакторов в периодическом и непрерывном режимах. Условное время пребывания. Функциональные элементы реактора. Этапы построения математической модели реактора.
28. Построение модели периодического реактора идеального смешения. Изотермические процессы в непрерывных реакторах смешения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения от времени для простых реакций.
29. Построение модели непрерывного реактора идеального смешения. Изотермические процессы в непрерывных реакторах смешения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной параллельной реакции.
30. Построение модели непрерывного реактора идеального смешения. Изотермические процессы в непрерывных реакторах смешения. Аналитические и графические

- зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной последовательной реакции
31. Построение модели идеального реактора вытеснения. Изотермические процессы в реакторах вытеснения и периодических реакторах смешения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для простых реакций.
 32. Построение модели реактора идеального вытеснения. Изотермические процессы в реакторах вытеснения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной параллельной реакции.
 33. Построение модели реактора идеального вытеснения. Изотермические процессы в реакторах вытеснения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной последовательной реакции.
 34. Построение модели непрерывного реактора идеального смешения. Неизотермические процессы в непрерывных реакторах смешения.
 35. Построение модели реактора идеального вытеснения. Неизотермические процессы в реакторе идеального вытеснения и периодическом реакторе идеального смешения.
 36. Сравнение непрерывных процессов в реакторах идеального смешения и идеального вытеснения при проведении в них простых и сложных реакций
 37. Каскад реакторов идеального смешения. Аналитический и графический методы расчета каскада реакторов
 38. Сравнение эффективности работы единичного реактора смешения, каскада последовательного соединения и параллельного соединения реакторов идеального смешения при проведении в них простых и сложных реакций
 39. Сравнение эффективности работы единичного реактора вытеснения, каскада последовательного соединения и параллельного соединения реакторов идеального вытеснения при проведении в них простых и сложных реакций.
 40. Виды связей в ХТС и их назначение.
 41. Модели химико-технологических систем. Подсистемы ХТС. Параметры состояния и параметры свойств потоков, параметры состояния элементов ХТС.
 42. Материальный и тепловой балансы реакционного элемента ХТС.
 43. Свойства ХТС
 44. Синтез ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы окисления аммиака, абсорбции диоксида азота. Решение концепций полного использования сырья, эффективного использования энергоресурсов, минимизации отходов, эффективного использования оборудования.
 45. Концепции синтеза ХТС и пути их решения.
 46. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико-химические основы абсорбции триоксида серы. Решение концепций минимизации отходов.
 47. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико-химические основы обжига серосодержащего сырья. Решение концепций полного использования сырья.
 48. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико-химические основы каталитического окисления диоксида серы. Решение концепций эффективного использования энергоресурсов.
 49. ХТС производства аммиака. Полная химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы получения азото-водородной смеси. Решение концепций минимизации отходов.

50. ХТС производства аммиака. Полная химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы получения синтеза аммиака. Решение концепций эффективного использования энергоресурсов.
51. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Физико-химическое основы окисления аммиака. Решение концепций полного использования сырья.
52. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Физико-химическое основы абсорбции диоксида азота. Решение концепции эффективного использования энергоресурсов.
53. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Решение концепций минимизации отходов и эффективного использования оборудования.
54. Синтез системы разделения (ректификация) многокомпонентной смеси.
55. Синтез технологической схемы теплообмена между несколькими потоками.
56. Синтез технологической системы реакторов (последовательное и параллельное соединение реакторов идеального смешения и вытеснения для простых и сложных реакций).
57. Производство серной кислоты. Устройство контактного узла и абсорбционной аппаратуры. Пути интенсификации сернокислотного производства. Технологическая схема ДК/ДА в производстве H_2SO_4 контактным методом, как пример организации процессов в отдельных промышленных аппаратах и в ХТС.
58. Технологическая схема производства аммиака, как пример организации процессов в отдельных промышленных аппаратах и в ХТС.
59. Производство азотной кислоты. Окисление аммиака и окислов азота. Хемосорбция окислов азота. Физико-химические основы технологических процессов.
60. Энерготехнологическая система производства разбавленной HNO_3 под давлением 7,3 атм, как пример организации процессов в отдельных промышленных аппаратах и в ХТС.

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

8.3. Структура и примеры билетов для экзамена

Экзамен по дисциплине «*Общая химическая технология*» проводится в *7-ом* семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для *экзамена* состоит из *3* вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для *экзамена*:

«Утверждаю» заведующий кафедрой ОХТ _____ В.Н. Грунский «__» _____ 2023 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра <i>Общей химической технологии</i>
	<i>18.03.02 Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии</i>
	Дисциплина: <i>Общая химическая технология</i>
Билет № 1	
1. Химический процесс. Определение. Технологические показатели эффективности химического процесса.	
2. Основные типы реакторов в химической технологии. Работа реакторов в периодическом и непрерывном режимах. Условное время пребывания. Функциональные элементы реакторов. Принципы построения математической модели.	
3. ХТС производства серной кислоты. Химическая и функциональная схемы. Физико-химические основы абсорбции триоксида серы. Реализация концепции минимизации отходов	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Бесков В.С. Общая химическая технология: Учебник для вузов. – М.: ИКЦ "Академкнига". 2005. – 452 с. (базовый учебник)
2. Игнатенков, В. И. Общая химическая технология: теория, примеры, задачи: учебное пособие для академического бакалавриата / В. И. Игнатенков. – 2-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 195 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-09222-6. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/427454> (дата обращения: 19.05.2023).

Б. Дополнительная литература

1. Харлампики, Х. Э. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов: учебник / Х. Э. Харлампики. – 2-е изд., перераб. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 448 с. – ISBN 978-5-8114-1478-9. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/213269> (дата обращения: 19.05.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС: учебник / И.М. Кузнецова, Х.Э. Харлампики, В.Г. Иванов, Э.В. Чиркунов; под редакцией Х.Э. Харлампики. – 2-е изд., перераб. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 384 с. – ISBN 978-5-8114-1479-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/211571> (дата обращения: 19.05.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Семенов Г.М., Вяткин Ю.Л., Давидханова М.Г., Ванчурин В.И., Грунский В.Н., Игнатенков В.И., Сучкова Е.В., Тарасенко Т.А., Федосеев А.П. Общая химическая технология. Химико-технологические системы. Лабораторный практикум. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2017. – 112 с.
4. Ванчурин В.И., Игнатенков В.И., Тарасенко Т.А. Химические процессы и реакторы. Сборник задач: учебное пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2017. – 68с.
5. Ванчурин В.И., Грунский В.Н. Гетерогенные каталитические процессы в примерах и задачах. Ч.1 – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2016. – 32 с.
6. Бесков В. С., Ванчурин В. И., Игнатенков В. И. Общая химическая технология в вопросах и ответах. Ч.1.: методическое пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2011. – 83 с.
7. Ванчурин В.И., Игнатенков В.И., Игнатенкова В.В., Сучкова Е.В. Общая химическая технология в вопросах и ответах. Ч.2.: методическое пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2016. – 64 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

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

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

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

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16 штук, (общее число слайдов – 595);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число билетов – 50).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1 727 628 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Презентации лекционного материала.

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	14	бессрочно
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	14	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Химическая технология и химическое производство</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методологию исследования взаимодействия химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитать основные характеристики химического процесса; - оценить технологическую эффективность производства. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами анализа эффективности работы химических производств. 	<p>Оценка за экзамен</p>
<p>Раздел 2. Теоретические основы химических процессов и реакторов.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основы теории химических процессов и реакторов; - методику выбора реактора и расчёта процесса в нем; - основные реакционные процессы и реакторы химической технологии. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать основные характеристики химического процесса; - выбирать эффективный тип реактора; - провести расчет технологических параметров для заданного процесса; - определять параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей; - методами выбора химических реакторов. 	<p>Оценка за контрольную работу № 1</p> <p>Оценка за лабораторный практикум</p> <p>Оценка за экзамен</p>

<p>Раздел 3. Химическое производство, как химико-технологическая система (ХТС).</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные принципы организации химического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - выбирать рациональную схему производства заданного продукта. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей. 	<p>Оценка за контрольную работу № 2</p> <p>Оценка за экзамен</p>
<p>Раздел 4. Промышленные химические производства</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные химические производства. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - выбирать рациональную схему производства заданного продукта; - оценивать технологическую эффективность производства; - провести расчет технологических параметров для заданного процесса; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами анализа эффективности работы химических производств. 	<p>Оценка за контрольную работу № 3</p> <p>Оценка за лабораторный практикум</p> <p>Оценка за экзамен</p>
<p>Раздел 5. Современные тенденции в развитии химической технологии</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные принципы организации химического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производств. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - выбирать рациональную схему производства заданного продукта; - оценивать технологическую эффективность производства. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами анализа эффективности работы химических производств. 	<p>Оценка за экзамен</p>

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 06.04.2021 № 245);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Общая химическая технология»

основной образовательной программы
18.03.02 Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии

Форма обучения: *очная, заочная*

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



РХТУ им. Д.И. Менделеева
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: Колоколов Фёдор Александрович
Проректор по учебной работе,
Ректорат

Подписан: 29:05:2024 11:47:00